

**BIOLOGIA FLORAL Y VISITANTES FLORALES DE *Cavendishia nitida* (Kunth) A.C.  
Smith. (ERICACEAE), EN LA RESERVA NATURAL LA MONTAÑA, SALENTO,  
QUINDÍO**



**ALEJANDRA FRANCO SALDARRIAGA  
MANUELA RESTREPO CHICA**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGIA  
ARMENIA  
2009**

**BIOLOGIA FLORAL Y VISITANTES FLORALES DE *Cavendishia nitida* (Kunth) A.C. Smith.  
(ERICACEAE), EN LA RESERVA NATURAL LA MONTAÑA, SALENTO, QUINDIO.**

**ALEJANDRA FRANCO SALDARRIAGA  
MANUELA RESTREPO CHICA**

**Trabajo de grado para optar al título de Biólogo**

**Directora  
Ph.D. LILIANA ROSERO LASPRILLA  
Profesora Asociada  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC-**

**Codirector  
Lic. Oscar Humberto Marín – Gómez  
Docente  
Programa Licenciatura en Biología y Educación Ambiental  
Universidad del Quindío**

**UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
ARMENIA  
2009**



## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	15
4. MARCO TEÓRICO	16
4.1 <i>Interacción planta animal</i>	16
4.2 <i>Generalidades de la familia Ericaceae y Cavendishia nitida</i>	19
5. ANTECEDENTES	22
6. MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1 ÁREA DE ESTUDIO	25
6.2 ESPECIE DE ESTUDIO	25
6.3 FASE DE CAMPO	27
6.3.1 OFERTA FLORAL	27
6.3.2 BIOLOGÍA FLORAL	28
6.3.2.1 <i>Morfología floral</i>	28
6.3.2.2 <i>Medición del volúmen y concentración de néctar</i>	28
6.3.2.3 <i>Antesis y duración de la flor</i>	28
6.3.2.4 <i>Colecta de polen</i>	29
6.3.3 VISITANTES FLORALES	29
6.3.3.1 <i>Redes de niebla</i>	29
6.3.4 INSECTOS RESIDENTES	30
6.4 FASE DE LABORATORIO	30
6.4.1 <i>Conteo de óvulos y semillas</i>	30
6.4.2 <i>Medidas morfológicas de ejemplares de la colección de aves</i>	30
6.4.3 <i>Determinación de insectos</i>	30
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	31
7. RESULTADOS	32

7.1 OFERTA FLORAL	32
7.2 BIOLOGÍA FLORAL de <i>C. nitida</i>	34
7.2.1 <i>Morfología floral</i>	34
7.2.2 <i>Antesis y duración de la flor</i>	37
7.2.3 <i>Formación del fruto</i>	37
7.2.4 <i>Volumen y concentración de néctar</i>	39
7.3 VISITANTES DE <i>C. nitida</i>	42
7.4 INSECTOS RESIDENTES DE <i>C. nitida</i>	49
8. DISCUSIÓN	52
8.1 OFERTA FLORAL DE <i>C. nitida</i>	52
8.2 BIOLOGÍA FLORAL DE <i>C. nitida</i>	54
8.2.1 <i>Morfología floral</i>	54
8.2.2 <i>Producción de néctar</i>	55
8.3 VISITANTES FLORALES DE <i>C. nitida</i>	57
8.4 INSECTOS RESIDENTES	60
9. CONCLUSIONES	62
10. RECOMENDACIONES	64
11. BIBLIOGRAFÍA	65
12. AGRADECIMIENTOS	71

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Distribución de <i>Cavendishia nitida</i> en Colombia.	20
<b>Figura 2.</b> Ubicación de La Reserva Natural La Montaña, Salento-Quindío.	26
<b>Figura 3.</b> Valores promedio mensuales de precipitación del 2000 al 2008 en la Reserva Natural La Montaña.	27
<b>Figura 4.</b> Variación mensual de la floración (FL), frutos en formación (FR) y frutos maduros (FDOS) de <i>C. nitida</i> en La Reserva La Montaña.	32
<b>Figura 5.</b> Variación del número de flores y de frutos en formación de <i>C. nitida</i> en la Reserva La Montaña.	33
<b>Figura 6.</b> Dispersion entre la oferta floral de <i>C. nitida</i> y el promedio de precipitación mensual en la Reserva La Montaña.	33
<b>Figura 7.</b> Inflorescencia de <i>C. nitida</i> .	34
<b>Figura 8.</b> Estructuras del androceo de <i>C. nitida</i> .	35
<b>Figura 9.</b> Grano de polen de <i>C. nitida</i> .	35
<b>Figura 10.</b> Estructuras del gineceo de <i>C. nitida</i> .	36
<b>Figura 11.</b> Antesis y cambio en la coloración de las flores de <i>C. nitida</i> .	37
<b>Figura 12.</b> Etapas en la formación del fruto de <i>C. nitida</i> .	38
<b>Figura 13.</b> Semillas de <i>C. nitida</i> .	38
<b>Figura 14.</b> Variación del volumen de néctar producido por <i>C. nitida</i> a lo largo del día.	39
<b>Figura 15.</b> Variación de la concentración de néctar producido por <i>C. nitida</i> a lo largo del día.	40
<b>Figura 16.</b> Variación del volumen de néctar de <i>C. nitida</i> entre los meses de estudio.	40

<b>Figura 17.</b>	Variación de la concentración del néctar de <i>C. nitida</i> entre los meses de estudio.	41
<b>Figura 18.</b>	Variación del volumen del néctar en siete flores de un mismo individuo de <i>C. nitida</i> .	42
<b>Figura 19.</b>	Principales visitantes de <i>C. nitida</i> .	43
<b>Figura 20.</b>	Número total de los colibríes visitantes de <i>C. nitida</i> por rangos de hora.	44
<b>Figura 21.</b>	Variación del número total de visitas y de la floración mensual de <i>C. nitida</i> .	37
<b>Figura 22.</b>	Número total de visitas de las especies de aves registradas durante el estudio en <i>C. nitida</i> .	38
<b>Figura 23.</b>	Variación de las principales características morfológicas de <i>Coeligena torquata</i> y <i>Heliangelus exortis</i> .	39
<b>Figura 24.</b>	Relación entre el número de visitas por parte de las dos especies más frecuentes de colibríes con respecto a la producción diaria de néctar de <i>C. nitida</i>	39
<b>Figura 25.</b>	Flores y granos de polen de algunas de las especies frecuentadas por los colibríes visitantes de <i>C. nitida</i> .	40
<b>Figura 26.</b>	Artrópodos encontrados en las flores de <i>C. nitida</i> .	41
<b>Figura 27.</b>	Evidencias de depredación, pudrición y parasitismo de las flores de <i>C. nitida</i> .	42

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Algunos registros para <i>C. nitida</i> en Colombia.	21
<b>Tabla 2.</b> Principales medidas morfológicas de las flores de <i>C. nitida</i> .	36
<b>Tabla 3.</b> Medidas morfológicas de los principales colibríes visitantes de <i>C. nitida</i> .	46
<b>Tabla 4.</b> Frecuencia de las familias de artrópodos residentes de <i>C. nitida</i> .	49

## ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Algunos aspectos ecológicos de <i>C. nitida</i>	75
---	----

## RESUMEN

*Cavendishia nitida* (Kunth) A.C. Smith. (Ericaceae) es una especie endémica de Colombia y ha sido reportada como una fuente importante de alimento tanto para aves nectarívoras como para mamíferos de bosques alto-andinos. Se realizó el estudio de la biología floral y visitantes florales de *C. nitida* en La Reserva Natural La Montaña, Salento, Quindío entre los meses de enero a julio de 2009. Se estudió la oferta floral y las principales características morfológicas de las flores, se midió el volumen y concentración de néctar y se realizó un registro mensual de las aves e insectos visitantes y residentes en las flores. *Cavendishia nitida* florece de una manera continua a nivel poblacional pero asincrónico a nivel individual, es decir, los individuos florecen en distintos lapsos de tiempo, aportando recursos constantes a sus visitantes durante su periodo de floración. Se encontró que *C. nitida* es una especie que se adecua al síndrome de ornitofilia debido a sus características tanto morfológicas como de producción de néctar. Los principales visitantes de esta planta fueron *Coeligena torquata* y *Heliangelus exortis*, colibríes que pueden ser los polinizadores potenciales debido a su comportamiento de visita y morfología. Se registraron otro tipo de visitas por parte de ladrones de néctar como *Diglossa albilatera*, de aves depredadoras de las flores como *Chlorornis riefferii*, y parásitos residentes como larvas y adultos de Lepidoptera, Coleóptera, Acari y Thripidae; esta clase de visitas podrían estar afectando de alguna manera la producción de frutos y semillas de *C. nitida* y posiblemente una disminución en el éxito reproductivo de la planta.

*Palabras clave:*

Síndrome de ornitofilia; relación planta – animal; oferta floral; volumen y concentración de néctar.



## INTRODUCCIÓN

La ecología de la polinización estudia todos los procesos ecológicos que intervienen en el éxito reproductivo de las plantas. El estudio de esta rama de la ecología involucra el análisis de la biología floral, el sistema reproductivo, la fenología floral, los visitantes florales y su comportamiento, entre otros (Fagua & Bonilla 2005). El proceso de polinización es el primero de una serie de eventos que conducen a la reproducción sexual en las plantas superiores, se refiere a la transferencia de polen desde un órgano sexual masculino a uno femenino y se puede efectuar por medio abiótico: agua, viento; o biótico: abejas, abejorros, mariposas, murciélagos, algunos primates, aves, escarabajos y marsupiales (Murcia 2002).

Aproximadamente el 99 % de las plantas con flores de los bosques húmedos tropicales son polinizadas por animales (Bawa 1990; Murcia 2002); la importancia relativa de estos varía según el estrato del bosque y de un ecosistema a otro. Así, por ejemplo, en los bosques alto-andinos la polinización se da principalmente por aves, ya que las bajas temperaturas reducen considerablemente la diversidad y actividad de los insectos (Gutiérrez 2005).

La mayoría de los eventos de polinización por animales son el resultado de actividades de alimentación que ocurren en la planta que visitan, ya que generalmente estas ofrecen dos tipos de recompensa: el néctar y el polen. El néctar es el recurso más importante en flores que son polinizadas por los animales (McDade & Weeks 2004); está compuesto por azúcares como la fructosa, la glucosa y la sacarosa y en menor proporción por aminoácidos y rastros de otras sustancias (Vogel 1983).

Existe un grado de correspondencia entre la forma y el color de una flor y el tipo de animal que la visita y poliniza (síndrome de polinización). El síndrome de ornitofilia está representado por flores tubulares, rojas, naranjas o amarillas que generalmente son polinizadas por aves (Murcia 2002). En Colombia las plantas ornitófilas son polinizadas principalmente por colibríes, ya que esta región está incluida en el área central de

evolución de los Trochilidae (Snow & Snow 1980) agrupando numerosas especies, así como riqueza de hábitats ocupados por ellos (Ayala 1986).

Igualmente, los colibríes son un grupo altamente especializado en el consumo de néctar, debido a que han desarrollado características morfológicas, fisiológicas y ecológicas que les permite suplir sus requerimientos energéticos principalmente a base de este recurso floral (Gutiérrez 2005); de esta manera, su organización temporal y espacial se ve influenciada de acuerdo a la variación en la oferta de néctar de las flores polinizadas por estas aves (Gutiérrez & Rojas 2001; Stiles 1978, 1979, 1985; Gutiérrez 2005; Toloza & León 2009).

Las Ericáceas son una familia de plantas con un alto número de especies y cosmopolita, la mayor diversidad de estas se encuentra en el neotrópico, representadas principalmente por la tribu Vaccinieae (Luteyn & Silva 1999). En Colombia se han reportado varios trabajos relacionados con especies de esta tribu basados en su ecología de la polinización, describiéndolas como plantas “afines” con las aves, ya que sus principales visitantes y en muchos casos polinizadores son los colibríes y diglosas. Esta interacción es importante en el caso de las plantas para su reproducción y para el caso de las aves como requerimiento energético para eventos que están influenciados por la disponibilidad de alimento tales como: la reproducción, la muda, la abundancia y diversidad de las aves (Melampy 1987; Brand- Prada 1994; Navarro 1999, 2001; Gutiérrez & Rojas 2001; Rojas 2005; Gutiérrez 2005; Prada 2006; Quevedo 2006).

La Reserva Natural La Montaña, departamento del Quindío, carece de estudios que se enfoquen en la biología floral de las plantas y la relación de estas con los visitantes, es por ello que el objetivo principal de esta investigación fue estudiar la biología floral y los visitantes florales de *Cavendishia nitida* (Kunth) A.C. Smith (Ericaceae) con el fin de conocer algunos de los mecanismos de adaptación de esta especie a sus polinizadores y aportar conocimiento básico que ayude a promover investigaciones como ésta, en los ecosistemas de alta montaña pertenecientes al departamento.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La finca La Montaña ubicada a 2.860 msnm en la cordillera Central en Salento (Quindío) es considerada como reserva natural y se encuentra en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, áreas importantes para la conservación de flora y fauna y la interacción entre estos; sin embargo, los aportes de investigación de las interacciones entre grupos biológicos en esta reserva son escasos, donde dichos estudios se enfocan principalmente en caracterizaciones generales de la biodiversidad y listados de especies (CRQ 2007; Agudelo 1993).

En Colombia la mayoría de los estudios en ericáceas se han enfocado en la descripción y revisión taxonómica del grupo, tal como el realizado por Salinas & Betancur (2005) y solo algunos referentes a su ecología se restringen a las cordilleras Occidental (Luteyn & Silva 1999, Navarro 1999, 2001) y Oriental (Brand – Prada 1994, Prada 2006, Quevedo 2006, Melampy 1987).

*Cavendishia nitida* es una especie restringida a las cordilleras Oriental y Central colombianas y está presente en la Reserva Natural La Montaña. A pesar de que es una especie que ha sido reportada como importante en la dieta de aves como colibríes y diglosas (Gutiérrez 2005; Rojas 2005) y de la Danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) (Lizcano y Cavelier 2004), no se han realizado estudios detallados sobre su ecología reproductiva (fenología reproductiva, visitantes florales, oferta de recompensas e interacción entre estos componentes) en el área de estudio.

De esta manera, el presente estudio pretende responder las siguientes preguntas:

¿Cómo varía la producción de flores de *Cavendishia nitida* en 6 meses de estudio en la Reserva Natural La Montaña?

¿Cómo afecta la cantidad de flores de *C. nitida* en el número de registros de los visitantes florales?

¿Cuáles son las principales características que definen a *C. nitida* como una especie con síndrome de polinización por aves (ornitófila)?

¿Existe variación temporal del volumen y la concentración de néctar de *C. nitida* durante el primer día de antesis?

¿Cuáles son los principales visitantes florales de *C. nitida*, su modo de forrajeo y posible aporte a la reproducción de la planta?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Las complejas interacciones que se establecen entre las plantas y los animales que visitan sus flores han atraído el interés de los naturalistas desde hace más de dos siglos. De hecho, las interacciones entre plantas y sus polinizadores han llegado a ser uno de los principales sistemas modelo para estudiar la evolución en la naturaleza (Gómez 2002). Muchos animales son dispersores importantes de polen y semillas, aspecto fundamental para mantener el flujo genético y otros procesos biológicos en muchas plantas (Tolosa & León 2009).

En términos generales se ha observado la importancia de las aves para llevar a cabo los eventos reproductivos de plantas de alta montaña, ya que cuentan con el potencial de moverse en grandes áreas y presentan una alta demanda energética, a diferencia de los insectos u otros animales que debido a las bajas temperaturas tienden a reducir su metabolismo durante largos periodos (Stiles 1978, Gutierrez & Rojas 2001).

Colombia es el país con mayor número de especies de ericáceas en el neotrópico, con aproximadamente 270 formalmente conocidas, dicha familia es un elemento florístico clave de la vegetación en los bosques húmedos de las montañas andinas latinoamericanas (Salinas & Betancur 2005). La mayoría de especies de esta familia presentan síndrome de ornitofilia con características que facilitan la polinización por colibríes (Salinas & Betancur 2005); sin embargo, su conocimiento es aún insuficiente y paradójicamente son escasas las investigaciones con respecto a la biología reproductiva y ecología de la polinización (Navarro 2001), aspectos importantes para abordar problemáticas de conservación y políticas para el manejo de ecosistemas.

En Colombia todas las investigaciones realizadas en esta familia se han hecho principalmente en taxonomía (Luteyn & Silva 1999; Salinas & Betancur 2005) y solo existen unos pocos referentes a la interacción entre planta y visitantes florales (Melampy 1987; Brand – Prada 1994; Navarro 1999, 2001; Prada 2006; Quevedo 2006), enfocados en la Cordillera Oriental y Occidental. Por lo tanto, el presente

estudio se encuentra entre los primeros relacionados con la ecología de la polinización de la familia Ericaceae en la Cordillera Central colombiana.

La intervención humana ha tenido un profundo efecto sobre la distribución del género *Cavendishia*, encontrándose generalmente en borde de bosque, “filos”, claros de bosque o en cercas vivas, denominándolas según Luteyn (1983): “plantas *afectuosas* del sol”, lo que hace que participen activamente en la dinámica de los claros de bosque y páramo.

*Cavendishia nitida* es particular de este tipo de hábitat, se encuentra restringida a las cordilleras Central y Oriental colombianas y ha sido reportada como importante en la dieta no solo de aves nectarívoras como colibríes y diglosas (Gutiérrez & Rojas 2001; Rojas 2005; Gutiérrez 2005), sino también de animales de mayor tamaño como la Danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) que es una especie muy sensible a la intervención, fragmentación y destrucción del hábitat (Lizcano & Cavelier 2004).

La presente investigación aporta información sobre la biología floral de *Cavendishia nitida*, adicionalmente brinda las bases para determinar la importancia de esta especie para los visitantes florales y entender la dinámica de la interacción planta – animal, su importancia de las especies que allí interactúan por el éxito de su existencia y demostrar una vez más que la protección de los ecosistemas alto-andinos deben ser prioridad en los esfuerzos de conservación.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

- Estudiar la biología floral y los visitantes florales de *Cavendishia nitida* (Kunth) A.C Smith en la Reserva Natural La Montaña, Salento – Quindío.

#### **Objetivos Específicos**

- Cuantificar la oferta de flores de *Cavendishia nitida* durante los meses de estudio.
- Estudiar la morfología floral, la antesis y su duración.
- Evaluar la variación de la oferta de néctar en cuanto a cantidad y calidad.
- Identificar los principales visitantes florales, su frecuencia y su comportamiento de forrajeo.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 *Interacción planta- animal*

Las complejas interacciones que se establecen entre las plantas y los animales que visitan sus flores han atraído la atención de los naturalistas desde hace más de dos siglos. Desde entonces, los estudios sobre polinización han ido acumulando una gran cantidad de ejemplos de supuestas complejas adaptaciones y relaciones evolutivas altamente especializadas, es decir, cada especie vegetal es visitada por solo unos cuantos polinizadores relacionados filogenéticamente como fruto de la selección impuesta por ellos (Gómez 2002).; sin embargo, estudios recientes han demostrado que la ultra – especialización constituye la excepción a la regla (Murcia 2002) y que muchas especies vegetales son polinizadas por conjuntos numerosos y taxonómicamente diversos de polinizadores lo que ha conllevado a considerar estos sistemas como generalistas.

A pesar de que la interacción entre una planta y un animal se consideran en la mayoría de los casos de beneficio mutuo, existen conflictos entre los intereses de la planta y los del polinizador, en donde se balancean los costos y beneficios de cada uno (Murcia 2002). Así, las plantas, producen y mantienen estructuras florales y recompensas (polen, néctar y otros) para atraer el vector de polen óptimo; mientras los visitantes se desplazan buscando alimento, extrayéndolo de forma óptima, lo que implica una inversión de tiempo y energía (Amaya *et al.* 2001). Por lo tanto, para cada una de las partes es ventajoso obtener el mayor beneficio posible con la menor inversión de energía (Murcia 2002).

Las aves han jugado un papel importante en los sistemas de polinización de las plantas en los bosques neotropicales, ya que la actividad de los insectos y otros polinizadores se ven afectados por la altura y las condiciones climáticas características de estos hábitats (Gutiérrez 2005).



El principal grupo de aves nectarívoras del neotrópico corresponde a los colibríes (familia: Trochilidae) (Ayala 1986, Bawa 1990, Toloza & León 2009), quienes cuentan con el potencial de soportar ambientes que alcanzan bajas temperaturas cercanas a los 3 °C, convirtiendo el evento de polinización en algo estrechamente relacionado, donde plantas y colibríes coexisten en una localidad o región geográfica de acuerdo a los patrones espaciotemporales y/o morfológicos entre estas poblaciones (Rangel 2000).

Diversas características morfológicas y etológicas de los colibríes son una ventaja para llevar a cabo sus papeles como polinizadores eficientes en ecosistemas alto-andinos (Stiles 1978; Snow & Snow 1980; Stiles et al 1992; Gutiérrez 2005), algunas de estas son:

- Sus mecanismos de forrajeo ocurren a lo largo del día, principalmente al amanecer y al atardecer.
- El potencial de movilidad de los colibríes es probablemente mayor que el de los insectos, ya que pueden recorrer distancias de 1 km o más.
- Los colibríes no tienen sentido del olfato, pero tienen sentido del gusto, el cual utilizan para discriminar y diferenciar concentraciones de azúcares encontradas en el néctar, lo cual puede tener efectos sobre la elección de sus flores.
- Los colibríes son diurnos y su visión a color es el principal sentido usado en el forrajeo, enfocado especialmente a colores de largas longitudes de onda como rojos o naranjas.
- Los colibríes poseen una memoria espacial ya que pueden recordar los parches donde se localizan sus flores cada año.
- Pueden cambiar y adaptarse rápidamente a diversas estrategias de forrajeo y elección de las flores dependiendo de la disponibilidad de la recompensa (ruteos, generalistas y territoriales).
- Los colibríes con sus picos largos y delgados y capacidad de vuelo cernido y hacia atrás, están especializados para entrar a las corolas tubulares a través de

la apertura distal, entrando en contacto con los órganos sexuales de la flor, efectuando la polinización legítima.

A lo largo de América hay cerca de 8000 especies de plantas de mas de 60 familias que han desarrollado flores cuyos principales polinizadores son los colibríes (Nicolson & Fleming 2003). Las plantas visitadas principalmente por estas aves (ornitófilas) presentan a su vez características que atraen a los visitantes florales (Stiles 1978, Baker & Baker 1983, Murcia 2002, Nicolson & Fleming 2003, Toloza & Leon 2009), tales como:

- Producción abundante de néctar con orden de importancia en cuanto a la composición de azúcares, Sacarosa > Glucosa > Fructosa.
- La mayoría de las flores visitadas por colibríes poseen un bajo contenido de aminoácidos y un alto contenido calórico.
- Las flores carecen de aroma y presentan refuerzos en los tejidos que protegen la corola de picos fuertes.
- Las flores generalmente son tubulares, de colores rojos a naranjas, con ovario protegido, tubo floral profundo, gran separación de la cámara de néctar de los estigmas receptivos y las anteras.
- Las flores presentan antesis diurna y duran generalmente varios días, produciendo néctar de manera constante.
- La posición, el arreglo y la cantidad de las flores afectan la frecuencia y el tipo de forrajeo de un colibrí determinado.
- La edad de la flor, el tamaño y las condiciones del clima influyen en la tasa de las visitas.
- Las épocas de floración y la disponibilidad de flores intervienen en las épocas de muda, reproducción y desplazamientos espaciales de los colibríes.

#### **4.2 Generalidades sobre la familia Ericaceae y *Cavendishia nitida* (Kunth) A.C. Smith.**

El orden Ericales comprende alrededor de 4500 especies de plantas agrupadas en 8 familias (Clethraceae, Cyrillaceae, Empetraceae, Epacridaceae, Ericaceae, Grubbiaceae, Monotropaceae y Pyrolaceae) y aproximadamente 160 géneros donde cerca del 90% de las especies pertenecen a la familia Ericaceae (Luteyn 1983).

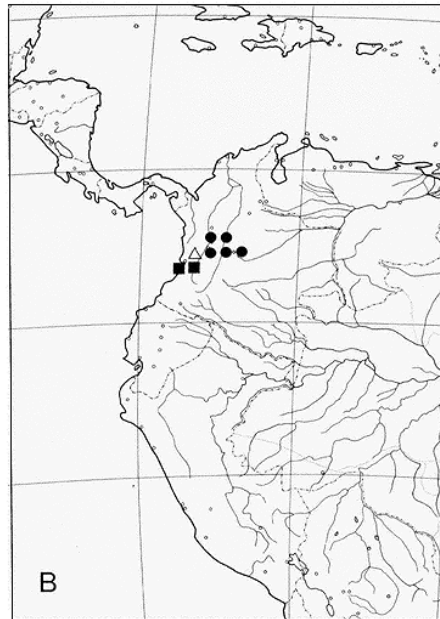
La familia Ericaceae comprende 110 géneros y cerca de 4000 especies, es una familia diversa y ampliamente distribuida en el continente, dividida en 3 subfamilias: Vaccinioideae, Ericoideae y Rhododendroideae, siendo los géneros más diversos *Rhododendron* (con más de 1000 especies), *Erica* (con cerca de 860 especies), *Vaccinium* (con cerca de 450 especies) y *Cavendishia* (con cerca de 150 especies) (Salinas & Betancur 2005).

En el Neotrópico las ericáceas están concentradas en el noroccidente de Suramérica. Se encuentran principalmente en Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, donde alrededor del 50% de las especies son epífitas y aproximadamente el 94 % son endémicas. Se encuentran distribuidas en las franjas de bosque húmedo pre-montano y montano, siendo predominantes entre los 1500 y 3000 msnm. La familia abarca 46 géneros y cerca de 900 especies, siendo *Cavendishia* el género más grande y exclusivo de esta zona (Luteyn 1983; Luteyn y Silva 1999).

*Cavendishia* es un género de arbustos neotropicales con 150 especies. Es uno de los géneros de vaccinioideas más fáciles de reconocer por sus flores brillantes y llamativas, usualmente acompañadas por brácteas de gran tamaño y filamentos y anteras desiguales. El género es más abundante en las montañas del noroccidente de Suramérica, especialmente en Colombia con 63 especies, donde la mayoría se encuentran restringidas a algunas áreas (endémicas) (Luteyn 1983).

*Cavendishia nitida* (Kunth) A.C. Smith, conocida comúnmente como Uva camarona, es una planta endémica de Colombia, distribuida entre la cordillera oriental en el

departamento de Cundinamarca y la Cordillera Central en los departamentos de Quindío, Tolima y Antioquia (Figura 1); habita en bosques perturbados, abiertos y se encuentra generalmente entre los 2000 – 3000 msnm.



**Figura 1.** Distribución de *Cavendishia nitida* (círculos) en Colombia. Luteyn (1983).

**Tabla 1.** Algunos registros para *C. nitida* en Colombia. Fuente: Flora Neotropical Monograph (1983).

LOCALIDAD	ALTURA	REFERENCIAS
TOLIMA	3300-3500m	27 Mar 1939 (fl) <i>Killip y Varela</i> 34579 (BM, NY, US)
ANTIOQUIA	2700-2850 m	Páramo de Sonsón, 26 Ene 194 (fl) <i>Bro. Daniel</i> 3417 (US), 2930 m, 23 May 1944 (fl), <i>Ewan</i> 15706 (US-2).
CUNDINAMARCA	2840 m.	San Miguel, 15 Ago 1939 (fl, fr), <i>Cuatrecasas</i> 6684 (F, NY- 2);
CUNDINAMARCA	3000m	Usaquén, 20 Ene 1940, (fl) <i>Cuatrecasas</i> 7992 (F-2, NY);
CUNDINAMARCA	2000m.	Santandercito, Laguna de Catarnica, 16 Feb 1959 (fl), <i>Fernandez P.</i> 5609 (COL);
CUNDINAMARCA	2300-2900 m.	Facatativá, región de Gualivó, 1 Sep 1954 (fr), <i>García-Barriga</i> 15252 (COL);
CUNDINAMARCA	2900-3000 m	Zipaquirá, páramo de Guerrero, Alto del páramo a La Mina, 21 Feb 1975, (fl, fr), <i>García-Barriga y Jaramillo M.</i> , 20779 (F, G, H);
CUNDINAMARCA	2300m	Mosquera- La Mesa rd., 31 Jul 1976 (fr), <i>Gentry</i> 17055 (NY);
CUNDINAMARCA	-----	Tequendama, 8-11 Dic 1852 (fl), <i>Holton</i> 631 (NY, PH);
CUNDINAMARCA	2450-2620m	Bogotá-Fusagasugá rd., 15 May 1979 (fl), <i>Luteyn y Lebrón-Luteyn</i> (AAU, CAS, COL, E, MEXU, NY).
CUNDINAMARCA	2700m	Bojacá rd., 24 Jun 1946 (fl), <i>L. Uribe U.</i> 1762 (COL).
QUINDÍO	2500-2800m	Cordillera central, Salento, 1 Ago 1922 (fl, fr), <i>Killip y Hazen</i> 9104, (GH, NY, PH, US).

## **5. ANTECEDENTES**

En el Neotrópico la mayor diversidad de géneros y especies de Ericáceas se encuentra en Colombia con aproximadamente 23 géneros y 300 especies (Luteyn & Silva 1999). Los principales estudios que han abordado la taxonomía de la familia Ericaceae en Colombia son:

Luteyn & Silva (1999) realizaron una revisión taxonómica de la tribu Vaccinieae en la región de Murri (Antioquia) donde discutieron algunos aspectos de la polinización por colibríes en esta tribu, e incluyeron aspectos de la biología floral, como el contenido del néctar.

Salinas & Betancur (2005) presentan el tratamiento taxonómico para la familia Ericaceae en la vertiente pacífica del departamento de Nariño, Colombia. Allí se incluyen descripciones morfológicas para cada uno de los géneros y especies, acompañadas de comentarios sobre su distribución geográfica, altitudinal y en algunos casos taxonómicos. También se incluye una clave sinóptica y dicotómica para determinar las especies, un glosario ilustrado de los términos botánicos utilizados y un listado de los especímenes de referencia.

Dentro de los estudios a nivel de comunidad donde referencian a especies de esta familia como una fuente importante de alimento para llevar a cabo eventos de reproducción, muda y movimientos poblacionales de los colibríes se encuentran los siguientes:

Murcia (1987) determinó cómo reacciona el nicho de las especies de colibríes ante cambios en la abundancia y diversidad del recurso alimenticio en la finca Merenberg (Huila -Colombia). Las familias Ericaceae y Rubiaceae constituyen la principal fuente de alimento para los colibríes de la zona, influyendo en la diversidad principalmente de los colibríes territoriales.

Gutiérrez & Rojas (2001) estudiaron la estructura espacial y el ciclo anual de la comunidad de colibríes y plantas ornitófilas en un gradiente entre bosque alto-andino y páramo en El Santuario de Fauna y Flora del Volcán Galeras (Nariño, Colombia); encontrando que la familia Ericaceae es una de las 4 familias donde la mayoría de los colibríes actúan como polinizadores.

Gutiérrez (2005) estudió la organización espacial y temporal de la comunidad de colibríes y sus plantas en el bosque alto-andino y sub-páramo de la cordillera oriental colombiana en Torca (Cundinamarca). Se refiere a la familia Ericaceae y especialmente a la especie *Cavendishia nitida* como una de las cinco especies más visitadas por los colibríes de la zona y cuyo estado de floración interviene directamente en los eventos reproductivos y de muda de esta comunidad de aves.

Rojas (2005) realizó un estudio acerca de la ecología de los pinchaflores y la identificación de algunos mecanismos que hacen posible la coexistencia de 5 especies de *Diglossa* y *Diglossopsis* en ecosistemas alto-andinos colombianos (cerro Torca Cundinamarca). Afirmó que *Cavendishia nítida* es una de las 4 especies más visitadas tanto por los pinchaflores del estudio como por los colibríes de la zona.

Tolosa & León (2009) realizaron una descripción de los aspectos morfológicos y ecológicos involucrados en la interacción de la comunidad de colibríes y las plantas polinizadas por estos en zonas paramunas y bosque alto-andino del Parque Natural Municipal Ranchería (Boyacá, Colombia). Encontraron que la familia de plantas con mayor representatividad en cuanto al uso de los recursos fue Ericaceae (49,1%), siendo visitada por la mayoría de las especies que conforman la comunidad de colibríes del parque.

A nivel poblacional se han registrado varias investigaciones sobre la familia Ericaceae, entre las que se destacan:

Melampy (1987) estudió la fenología de la floración, el flujo de polen y la producción de frutos en arbustos de *Bejaria resinosa* en Villa de Leyva (Boyacá, Colombia).

Brand – Prada (1994) estudió las interacciones entre los colibríes y las ericáceas *Macleania rupestris* y *Bejaria resinosa* en un páramo de Colombia, con el fin de determinar algunos de los factores que influyen sobre la preferencia hacia una u otra de las especies consideradas, en relación con la oferta del recurso ofrecido.

Navarro (1999) evaluó la ecología de la polinización y el efecto de la remoción del néctar en *Macleania bullata* en la Reserva Natural La Planada (Nariño, Colombia), examinó el ensamble de visitantes florales, la presencia de polinización nocturna y los efectos de la remoción del néctar sobre la nueva producción de este. Para esta misma especie, el mismo autor en su publicación del 2001 describe la biología reproductiva y evalúa el efecto del robo de néctar sobre la producción de los frutos.

Prada (2006) realizó un aporte al conocimiento de la biología floral y ecología de la polinización de *Plutarchia guascensis* en el Parque Natural Municipal Ranchería (Boyacá, Colombia).

Quevedo (2006) estudió la biología floral y la polinización de *Gaultheria rigida* en el Parque Natural Municipal Ranchería (Boyacá, Colombia).



## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Natural La Montaña, está ubicada al norte del departamento del Quindío, en el municipio de Salento, vertiente occidental de la cordillera central a 2.860 m de elevación. Cartográficamente está ubicada entre los 4°37'57" Latitud Norte y los 75°27'34" Longitud Oeste; posee una temperatura media anual de 12°C y un área de 3975 hectáreas (Figura 2). Las épocas de máxima precipitación se registran entre marzo – mayo y septiembre – noviembre, es decir, de manera bimodal, alcanzando valores superiores a 1407 mm anuales (Figura 3). Estas características geográficas y ambientales hacen que La Montaña se encuentre clasificada según el sistema de Holdrige como bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

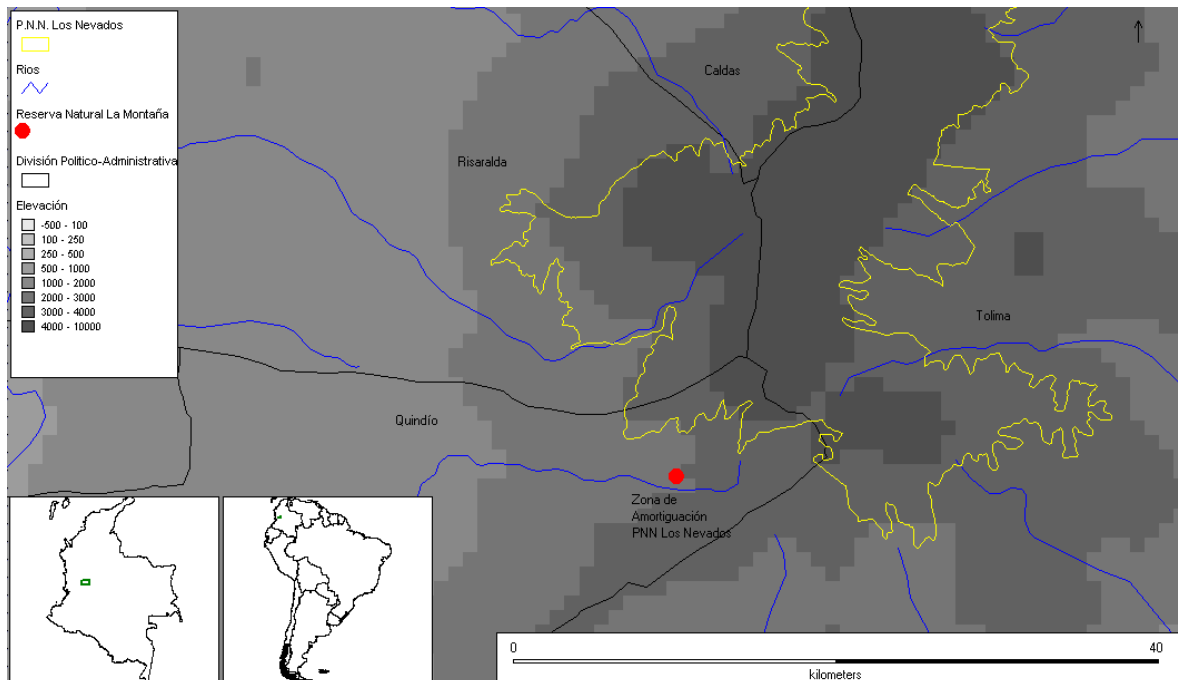
El paisaje se caracteriza por la presencia de fragmentos de bosque maduro y secundario, plantaciones de Aliso y plantaciones forestales inmersas en una matriz de potrero, la vegetación en estas zonas está representada principalmente por elementos dominantes del estrato arbóreo como: *Alnus* sp., *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., *Ceroxylum quindiuense*, *Ceroxylum alpinum*, *Thibouchina lepidota*. El estrato arbustivo se caracteriza por su densidad representado por especies de ericáceas como, *Macleania rupestris*, *Cavendishia nitida*, *C. macrocephala*, *C. bracteata*, *Gaultheria* sp., y otras especies como *Bomarea* sp., y *Fucsia* sp. Dentro del bosque se encuentra un alto grado de epifitismo, con especies de bromelias, orquídeas, ericáceas, helechos y musgos.

### 6.2 ESPECIE DE ESTUDIO

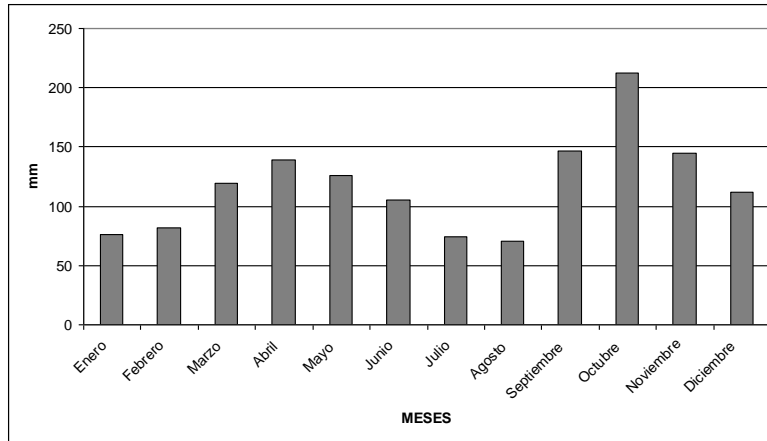
*Cavendishia nitida* es un arbusto terrestre que presenta: hojas oblongas o elípticas con base redondeada o raramente subcordada, ápice redondeado, glabras, nervadura lateral originada desde abajo, peciolo subterete, rugoso; inflorescencia con 16 – 20 flores, raquis glabro, con brácteas florales erectas y aprisionadas, rojas en fresco, redondeadas apicalmente, glabras o raramente ciliadas, pedicelo subterete, glabro;

flores con cáliz glabro, hipantio cilíndrico, limbo erecto, lóbulos triangulares, corola cilíndrica, ligeramente ampliada en la parte media, de 20 a 28 mm de largo y 9 mm de diámetro,  $\frac{3}{4}$  de la parte inferior rojo y  $\frac{1}{4}$  de la parte superior blanco en fresco, estambres largos con filamentos densamente pilosos sobre la superficie media ventral, anteras alternas, tecas de 7-9 mm de largo, estilo aproximadamente igual al largo de la corola, frutos maduros color vinotinto a negro con aproximadamente 15 mm de diámetro (Luteyn 1983).

En la Reserva La Montaña, la población de *C. nitida* se encuentra distribuida en parches o agregaciones de más de 20 individuos, principalmente a borde de camino en fillos o pendientes en zonas perturbadas de bosque secundario.



**Figura 2.** Ubicación de La Reserva Natural La Montaña, Salento (Quindío).



**Figura 3.** Valores promedio mensuales de precipitación del 2000 al 2008 en la Reserva Natural La Montaña (Quindío).

### 6.3. FASE DE CAMPO

El trabajo tuvo una duración de 8 meses, comprendidos entre diciembre del 2008 y agosto del 2009. Se realizaron 14 salidas en total, distribuidas en dos salidas cada mes, con una duración de 3 a 6 días, dependiendo de la oferta floral de la especie.

Durante el mes de diciembre del 2008 se realizó un recorrido por los caminos de la Reserva La Montaña, con el fin de seleccionar y marcar los individuos de *Cavendishia nitida* que sirvieron como objeto de estudio. A partir de estos, se colectaron especímenes de referencia, los cuales fueron depositados en el Herbario de la Universidad del Quindío (HUQ) bajo la serie de colecta AFS- MRC 001 - 022.

#### 6.3.1 OFERTA FLORAL

El seguimiento floral se realizó mensualmente desde enero hasta junio del 2009, en 11 individuos marcados con una cinta fluorescente, registrando el número de inflorescencias, número de botones por inflorescencia, número de flores por inflorescencia, número de infrutescencias, número de frutos en formación por infrutescencia y número de frutos formados por infrutescencias.

## **6.3.2 BIOLOGÍA FLORAL**

### **6.3.2.1 *Morfología floral***

Utilizando un calibrador manual, a 51 flores frescas colectadas aleatoriamente se les tomaron medidas morfológicas, tales como: longitud total de la flor, longitud de la corola, ancho de la corola, longitud del pedicelo, longitud del cáliz, distancia de las anteras al estigma, longitud de la antera, longitud del estigma. Se tuvieron en cuenta cualidades generales de las flores, como olor, color y textura.

### **6.3.2.2 *Medición de volúmen y concentración de néctar.***

Durante los meses de enero, marzo, abril y junio del 2009 se midió la producción de néctar diaria, marcando cada mes entre 5 y 11 botones próximos a la antesis, aislados mediante bolsas de tela tul para evitar la llegada de visitantes. A las flores recién abiertas se les tomó el volúmen total y la concentración del néctar producido desde las 06:30h hasta las 16:30h cada dos horas, mediante capilares calibrados a 5 uL y un refractómetro de mano marca ATAGO N1 con rango de variación en grados Brix de 0 a 32%, respectivamente.

### **6.3.2.3 *Antesis y duración de la flor***

La antesis se determinó mediante observación directa a 10 botones florales. De igual manera, para estimar la longevidad de las flores, se marcó el mismo número de botones florales, contando los días de duración de la flor, desde su apertura hasta su senescencia.

#### **6.3.2.4 Colecta de polen**

Bajo la técnica de gelatina glicerizada según Prada (2006), se colectaron muestras de polen de *C. nitida* y algunas plantas ornitófilas de la zona como referencia para el análisis posterior de las cargas de polen portadas por los colibríes.

#### **6.3.3 VISITANTES FLORALES DE *C. nitida***

Se registraron los visitantes florales entre enero y junio del 2009, en jornadas de 8h/día, durante dos días, en intervalos desde las 06:30h -10:30h y 13:30h-17:30h. En el caso de las aves, se realizaron observaciones directas, con ayuda de binoculares de 8 – 20 x 50mm. Para cada visitante se registró la especie, la hora de llegada, la duración de la visita, número de inflorescencias y flores visitadas y por último la forma de la visita.

##### **6.3.3.1 redes de niebla.**

En junio y julio del 2009 se instalaron 6 redes de niebla, una de 6 m y cinco de 12 m, en intervalos de 06:30h a las 11:30h y de las 13:30h a las 17:30h durante dos días. Las aves capturadas se identificaron siguiendo a Hilty & Brown (1986) y se les realizó un registro fotográfico. Para el caso de los colibríes, se registró la especie, sexo (en caso de dimorfismo sexual), longitud de pico expuesta, longitud de pico total, alto y ancho del pico; longitud del tarso, del ala y de la cola, por último, se les removió las cargas de polen de los picos con gelatina glicerizada siguiendo el protocolo usado por Prada (2006), sin embargo, las tasas de captura y el número de cargas no fueron suficientes para establecer diferencias entre el polen transportado por cada especie, no obstante, se realizó la identificación de diferentes granos de polen, los cuales hacían parte de varias especies de plantas de la zona que se encontraban florecidas en esta época y eran visitadas frecuentemente por estos colibríes.

#### **6.3.4 INSECTOS RESIDENTES DE *C. nitida*.**

Para identificar los insectos asociados a *C. nitida* se colectaron botones y flores conservadas en alcohol al 70% que evidenciaran su presencia y otras flores al azar, ya que debido a su reducido tamaño no fue posible establecer el momento de arribo a la flor. Solo se tuvieron en cuenta las especies que fueron registradas más de cinco veces.

### **6.4. FASE DE LABORATORIO**

#### **6.4.1. *Conteo de óvulos y semillas***

Para realizar el conteo de óvulos, se colectaron 12 flores aleatoriamente las cuales se conservaron en alcohol al 70% y se les contabilizó el número total de óvulos. Se realizó el mismo procedimiento para el conteo de las semillas de 10 frutos maduros colectados en 3 plantas. Estas estructuras se observaron con la ayuda de un estereoscopio y se les realizó un registro fotográfico con una cámara digital SONY DSC-W110.

#### **6.4.2. *Medidas morfológicas de ejemplares de la colección de aves.***

Se realizó una visita al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, para tomar medidas morfológicas a ejemplares de las especies de colibríes que fueron observadas en campo, esto con el fin de tener datos más completos, comparar la morfología de las especies y establecer una relación entre la morfología de los colibríes más frecuentes con su modo de forrajeo.

#### **6.4.3 *Determinación de insectos residentes***

Los diferentes insectos colectados dentro de las flores fueron determinados por la especialista Rocío García, directora del Museo de Artrópodos de la Universidad del Quindío.

## **6.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

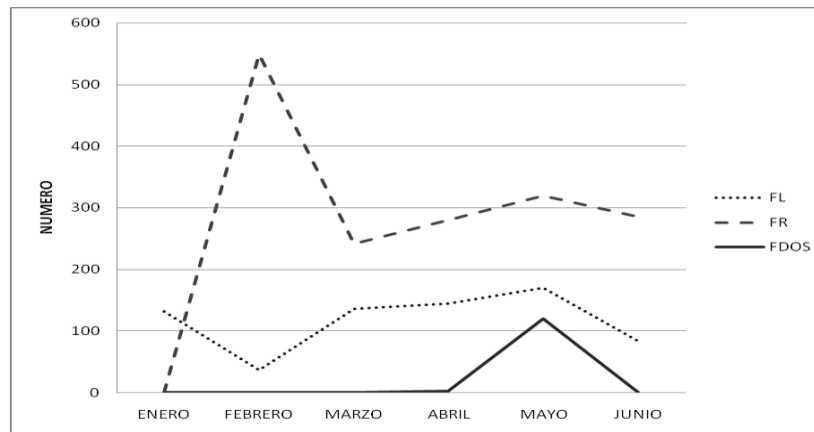
Se aplicó estadística descriptiva no paramétrica debido al número pequeño de muestras, donde los datos no presentaron distribución normal y homogeneidad de varianzas. Con el programa Statgraphics 5.1 se realizó análisis de varianza Kruskal – Wallis con el fin de comparar la producción de flores y frutos en formación entre los meses, el volumen y la concentración de néctar entre los meses y las horas de muestreo, comparar estas mismas variables entre las flores de un mismo individuo y para establecer diferencias entre las principales medidas morfológicas de los colibríes visitantes. A su vez se obtuvo el coeficiente de correlación para examinar la asociación entre el volumen y la concentración de néctar y el número de visitas con el número de flores.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 OFERTA FLORAL

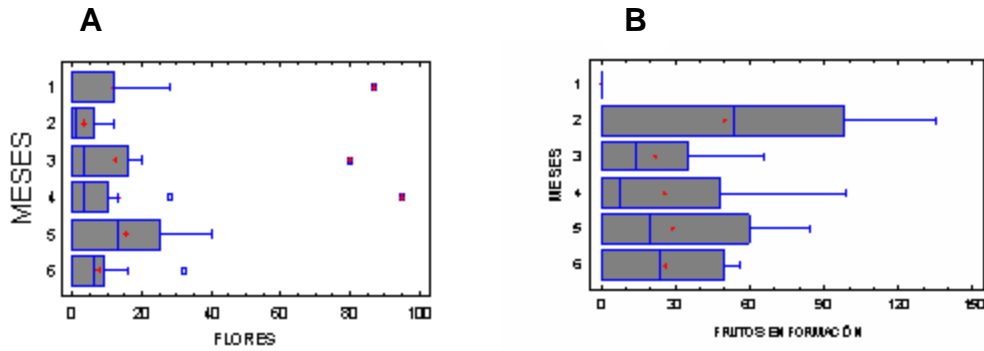
*Cavendishia nitida* presentó una floración continua durante los meses de estudio (Kruskal-Wallis= 0,37;  $P > 0,05$ ) (Fig. 5a), principalmente de marzo a mayo (Fig. 4). En enero se obtuvo un registro de más de 100 flores y para febrero este valor disminuyó debido a un aumento en la formación de frutos, sobrepasando los valores registrados para las flores (Fig. 5b). Dicho pico en la formación de frutos se diferenció significativamente de los otros meses (Kruskal-Wallis= 0,02;  $P < 0,05$ ). Probablemente estos resultados se deban a que no se tuvieron en cuenta los meses anteriores a enero donde al parecer ocurrió el pico de floración de la especie.

Los individuos estudiados florecieron de manera constante a nivel poblacional, pero mostraron periodos cortos y asincrónicos a nivel individual, es decir, los individuos florecían en diferentes lapsos de tiempo, ya que mientras unos se encontraban florecidos otros estaban en proceso de formación de frutos.



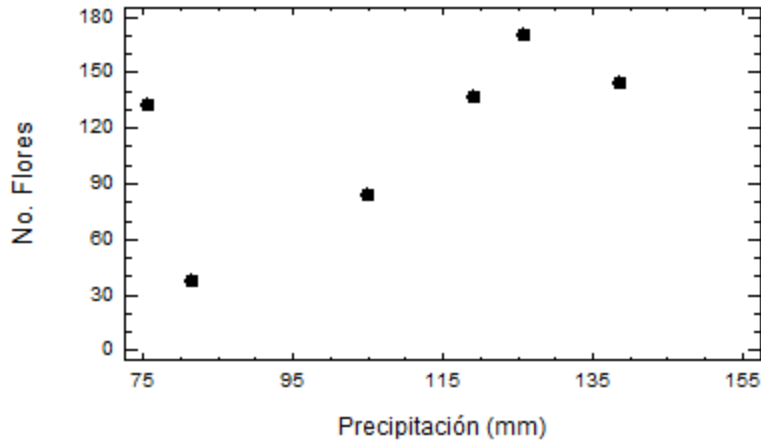
**Figura 4.** Variación mensual de flores (FL), frutos en formación (FR) y frutos maduros (FDOS) de *C. nitida* en La Reserva La Montaña.





**Figura 5.** Analisis de varianza Kruskal- Wallis. **A.**Variación en el número de flores **B.** variación en el número de frutos en formación de *C. nitida* de enero a junio de 2009 en la Reserva La Montaña. Las cajas representan el error estandar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan las desviaciones estándar. 1: Enero, 2: Febrero, 3; Marzo, 4; Abril, 5: Mayo, 6: Junio.

La relación entre la floración y la precipitación fue moderadamente débil ( $r = 0,61$ ) ya que el número de flores tendió a aumentar cuando la precipitación incrementó, sin embargo, también se registró un alto número de flores cuando la precipitación era baja (Fig. 6).



**Figura 6.** Dispersión entre la oferta floral de *C. nitida* y el promedio de la precipitación mensual en la Reserva La Montaña.

## 7.2. BIOLOGÍA FLORAL DE *Cavendishia nitida* (Kunth) A. C. Smith.

### 7.2.1 Morfología floral

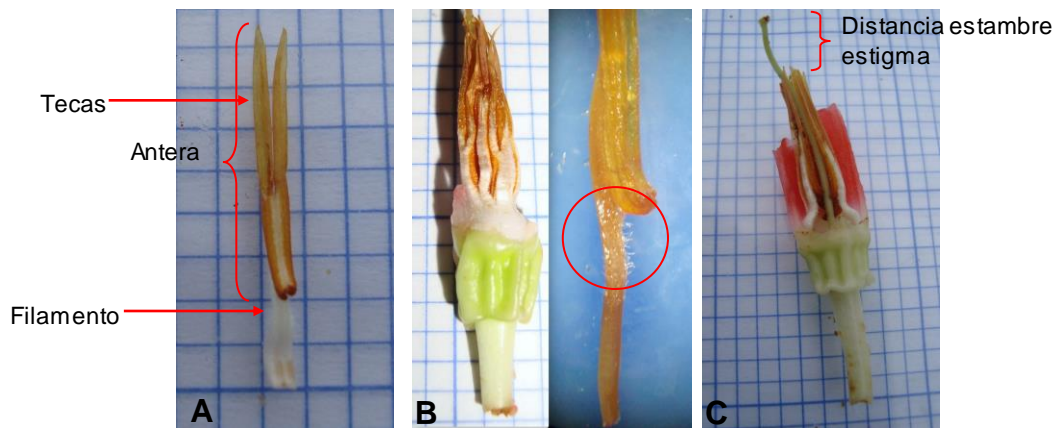
Inflorescencia compuesta, racemosa, dispuesta en posición horizontal a péndula, (3-) 11 – 20 flores, subalternas; brácteas florales externas ovadas, brácteas florales internas clavadas, glabras, con glándulas, erectas, color rojo brillante, antes de la apertura de la inflorescencia encierran y protegen las flores, cubren  $\frac{1}{4}$  de la parte distal de la corola después de la antesis; las inflorescencias por individuo abren asincrónicamente y sus flores presentan un curso de floración tipo centripeta (primero florecen las flores periféricas y luego las centrales) (Fig. 7).

Flores bisexuales, pediceladas, actinomorfas, gamosépalas, gamopétalas,  $32,1 \pm 2,13$  mm de largo ( $n = 51$ , Máx = 36,89 mm, Mín = 26,7 mm), sin fragancia; corola tubular o en forma de botella, engrosamiento en la parte media estrechándose en el ápice,  $24,85 \pm 2,57$  mm de largo ( $n = 51$  flores, Máx = 29,7, Mín = 18 mm),  $\frac{3}{4}$  color rojo y  $\frac{1}{4}$  en la parte superior color blanco, con cinco lóbulos libres, triangulares, erectos; cáliz (hipantio, limbo y lóbulos) de  $8,62 \pm 1,58$  mm de largo ( $n = 51$ , Máx = 11,5 mm, Mín = 6 mm), glabro, 10 surcos pronunciados, 5 lóbulos triangulares, presencia de glándulas, pedicelo subterete.

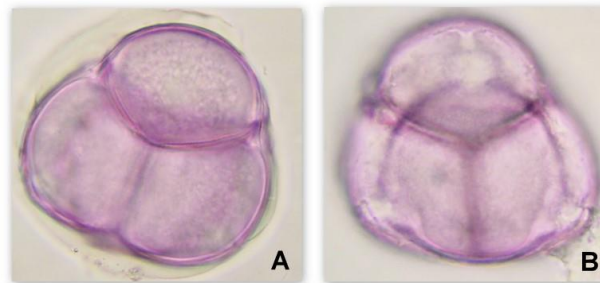


**Figura 7.** Inflorescencia de *C. nitida*.

Androceo: decándro, estambres polidínamos, filamentos densamente pilosos en el ápice, anteras de  $16,39 \pm 4,07$  mm de largo ( $n = 51$ , Máx = 28, 22, Mín = 7, 33), introrsas – dorsifijas, bitecadas, estáticas, paralelas, cada teca con una línea de dehiscencia longitudinal; la distancia del estigma al ápice de la antera es reducida ( $3,83 \pm 2,16$  mm), presentándose al mismo nivel cuando la flor está joven (Fig. 8) (Tabla 2); granos de polen en forma de tétrada esférica, tricolporados y finamente reticulados (Fig. 9).



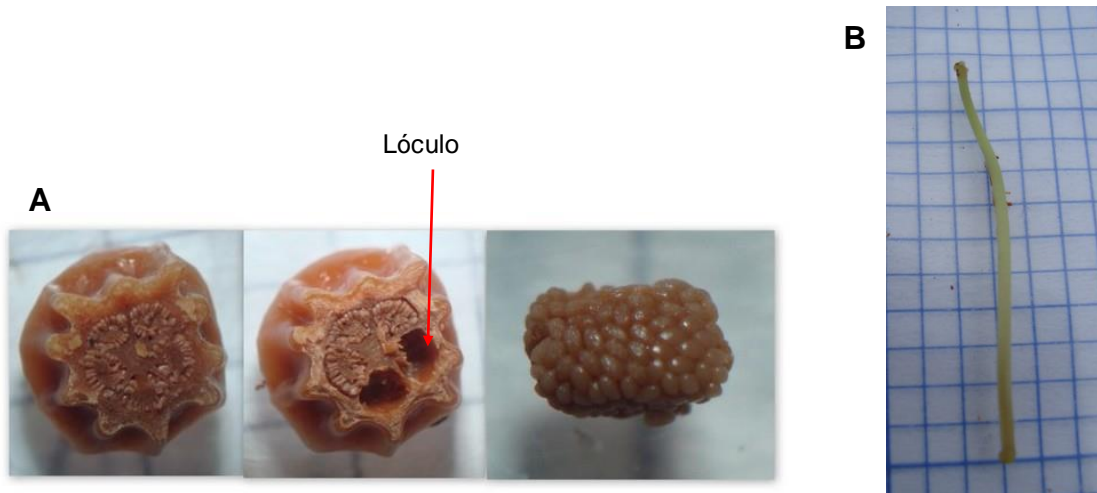
**Figura 8.** Estructuras del Androceo de *C. nitida*. **A.** Estambre, **B.** agrupación de los estambres ligeramente desiguales y filamentos densamente pilosos, **C.** Distancia estambres – estigma.



**Figura 9.** Grano de polen de *C. nitida* al microscopio de luz. **A, B.** vista eje polar.

Gineceo sincárpico, ovario ínfero con 5 lóculos, cada lóculo con  $204,4 \pm 124,3$  óvulos y  $860,5 \pm 339,2$  óvulos por ovario ( $n = 12$ , Máx = 1776, Mín = 570) (Fig. 10); el estilo generalmente presenta la misma longitud de la corola con  $24,75 \pm 3,29$  mm de largo

(n= 51, Máx = 29, 55, Mín = 13,3), color verde claro en la base desvaneciéndose a blanco hasta el área estigmática, cambia a rosado aparentemente después de fecundada la flor, el estilo permanece adherido durante la formación de los frutos, sin embargo, cuando el fruto está completamente maduro este se cae.



**Figura 10.** Estructuras del gineceo de *C. nitida* **A.** lóculos y óvulos. **B.** Estilo y estigma.

**Tabla 2.** Principales medidas morfológicas de las flores de *C. nitida*.

PARTE FLORAL (n= 51)	Promedio y Desviación Estándar (mm)
Longitud Flor	32,1 ± 2,13
Longitud Pedicelo	9,40 ± 2,21
Longitud Corola	24,85 ± 2,57
Ancho Corola	5,12 ± 1,08
Longitud Cáliz	8,62 ± 1,58
Longitud Antera	16,39 ± 4,07
Longitud Estilo	24,75 ± 3,29
Distancia Antera- Estigma	3,83 ± 2,16

### 7.2.2 Antesis y duración de la flor

La apertura de las flores se da principalmente en horas de la mañana (de 0600h a 0900h), abriendo de 1 a 3 flores por inflorescencia por día, la apertura de los lóbulos de la corola abren de manera simultánea. Las flores son protándricas, ya que primero se libera el polen y luego el estilo aumenta de longitud. Cada flor dura aproximadamente 5 días, presentándose en los últimos días un cambio en la coloración del ápice de la corola de blanco a rojo en las flores más maduras (Fig. 11).



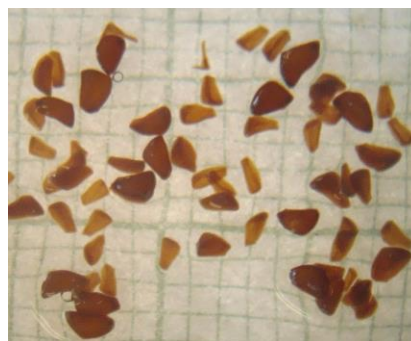
**Figura 11.** Antesis y cambio de coloración de las flores de *C. nitida*. **A.** Asincronía en la antesis floral. **B.** cambio en la coloración del ápice de las flores con la edad.

### 7.2.3 Formación del fruto.

Cuando cae la corola queda el gineceo expuesto comenzando la formación del fruto, en el transcurso de 3 a 4 meses estos están maduros. Los frutos son simples, en baya, carnosos, de 18 - 19,5 mm de largo y de 21 – 23 mm de diámetro ( $n = 10$ ); cuando están inmaduros su color es verde claro y vinotinto a negro cuando maduran (Fig.12); las semillas son de 1 mm, de forma triangular, distribuidas en 5 lóculos con un promedio de  $819,12 \pm 269,98$  semillas por fruto ( $n = 10$  frutos, Máx = 1141, Mín = 514), muchas de ellas aparentemente son abortadas o no se desarrollan bien y tienen un tamaño reducido (Fig. 13)



**Figura 12.** Etapas de la formación y maduración del fruto de *C. nitida* durante cuatro meses. **A** flores; **B**. caída de la corola con el estilo persistente; **C**. Engrosamiento y cambio de coloración del cáliz y caída del estilo (segundo mes), **D** y **E**: fruto verde-pintón (tercer mes) **F** y **G**. fruto maduro (cuarto mes).



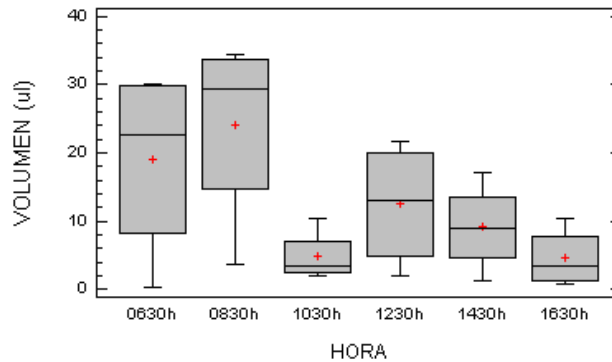
**Figura 13.** Semillas de *C. nitida*. Note las diferencias en tamaño de las semillas encontradas en los frutos maduros.



#### 7.2.4 Volumen y concentración de néctar

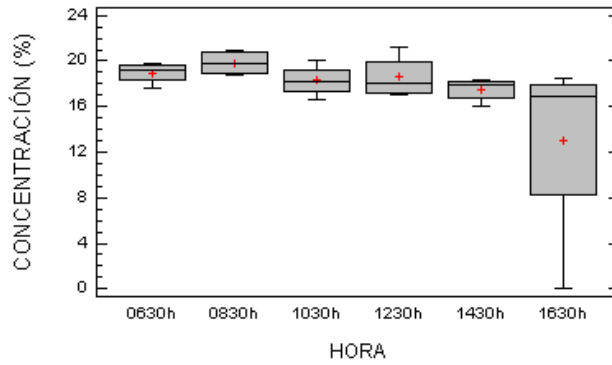
*Cavendishia nitida* produjo en promedio un volumen de  $12,3 \pm 11,2 \mu\text{L}$  con una concentración de azúcares del  $17,7 \pm 4,0\%$  diario ( $n = 28$ ). La relación entre estas variables fue relativamente débil con un  $r = 0,33$ , indicando que el aumento del volumen no influyó directamente en el cambio de la concentración del néctar producido a lo largo del día.

El volumen de néctar por hora fue continuo desde las 0630h hasta las 1630h. Aunque no hubo diferencias significativas entre las horas (Kruskal - Wallis= 0,25;  $P > 0,05$ ), el valor registrado para las 1030h se diferenció notablemente del resto de horas, principalmente con el de las 0830h (Fig. 14).



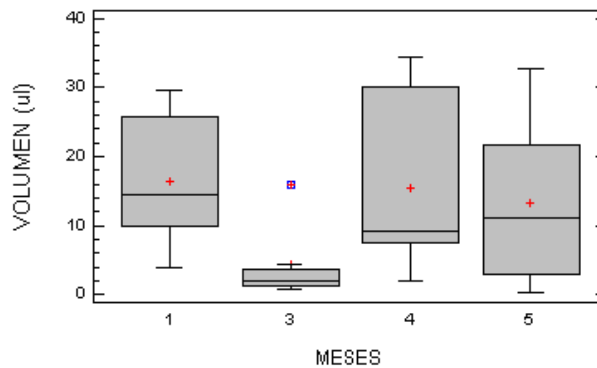
**Figura 14.** Variación del volumen del néctar producido por *C. nitida* a lo largo del día. Las cajas representan el error estándar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan los valores mínimo y máximo.

La concentración se mantuvo relativamente constante durante las horas de muestreo sin presentar diferencias significativas entre estas (Kruskal - Wallis = 0,07;  $P > 0,05$ ), sin embargo, la concentración de las 1630h se diferenció de las otras horas debido a las condiciones climáticas del muestro en el mes de marzo, donde no se obtuvo el valor de concentración (Fig. 15).



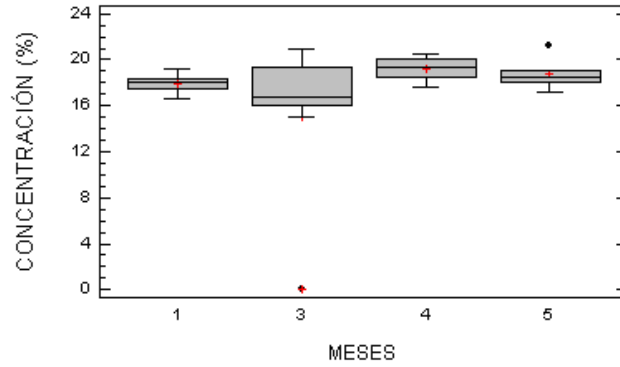
**Figura 15.** Variación de la concentración del néctar producido por *C. nitida* a lo largo del día. Las cajas representan el error estandar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan los valores mínimo y máximo..

De igual manera, el volumen y la concentración del néctar entre los meses de estudio no presentaron diferencias significativas. El volumen registrado en marzo presentó una disminución considerable, mostrando diferencias con respecto a los otros meses, sin embargo, esto se debió a que las fuertes lluvias durante este mes no permitieron completar la medición en horas de la tarde (Fig. 16 y Fig. 17).



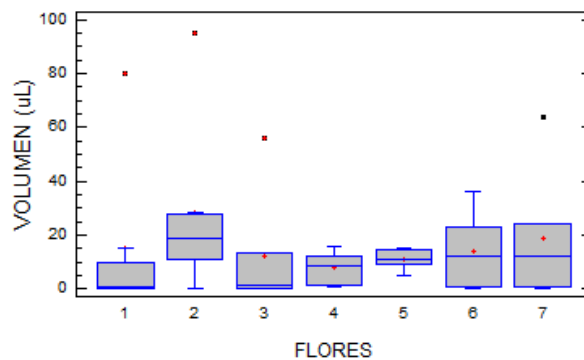
**Figura 16.** Variación del volumen del néctar de *C. nitida* entre los meses de estudio (Kruskal – Wallis = 0,09; P >0,05). Las cajas representan el error estandar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan los valores mínimo y máximo. 1: Enero, 2: Febrero, 3: Marzo, 4: Abril, 5: Mayo, 6: Junio.





**Figura 17.** Variación de la concentración del néctar de *C. nitida* entre los meses de estudio (Kruskal – Wallis= 0,21;  $P > 0,05$ ). Las cajas representan el error estandar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan los valores mínimo y máximo. 1: Enero, 2: Febrero, 3; Marzo, 4; Abril, 5: Mayo, 6: Junio.

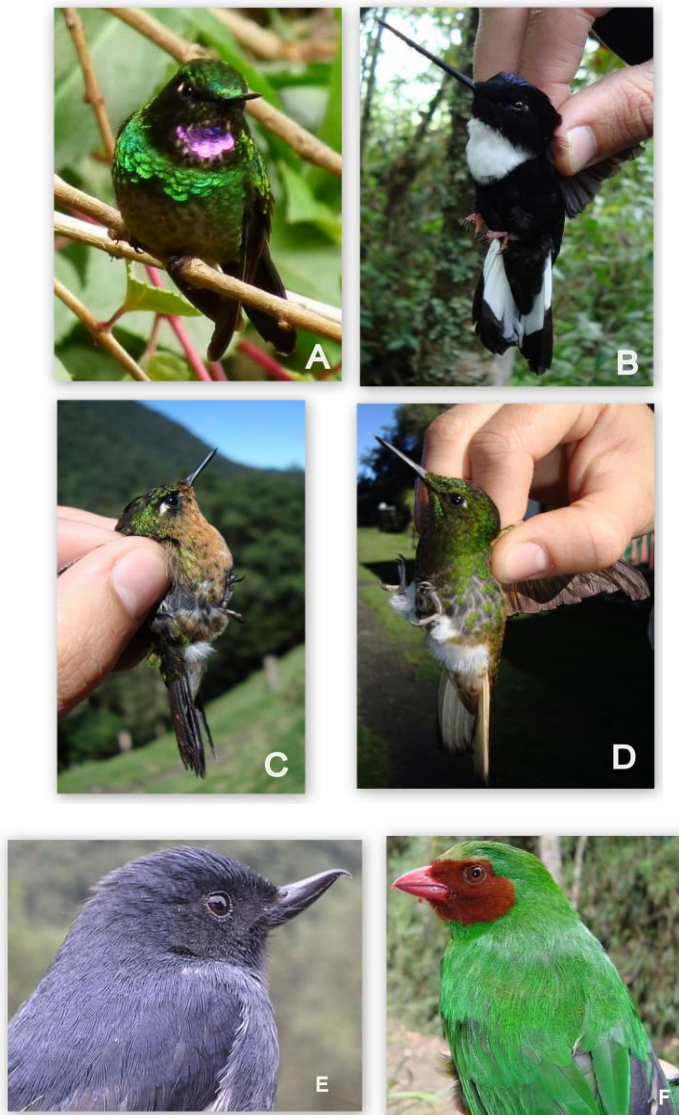
El néctar medido a siete flores de una misma planta presentó un volumen promedio de  $15,3 \pm 21,5 \mu\text{L}$  con una concentración de  $17,9 \pm 1,2\%$ . Se notó una alta variación en el volumen de néctar ya que se registraron valores desde  $0 \mu\text{L}$  hasta  $95 \mu\text{L}$ , sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la producción promedio diaria entre estas flores (Kruskal – Wallis volumen = 0,51;  $P > 0,05$ ; Kruskal – Wallis concentración = 0,11;  $P > 0,05$ ) (Fig. 18).



**Figura 18.** Variación del volumen del néctar en siete flores de un mismo individuo de *C. nitida*. Las cajas representan el error estandar de la media, las líneas dentro de las cajas son las medias, el punto es la mediana, y los bigotes representan los valores mínimo y máximo.

### 7.3 VISITANTES DE *C. nitida*

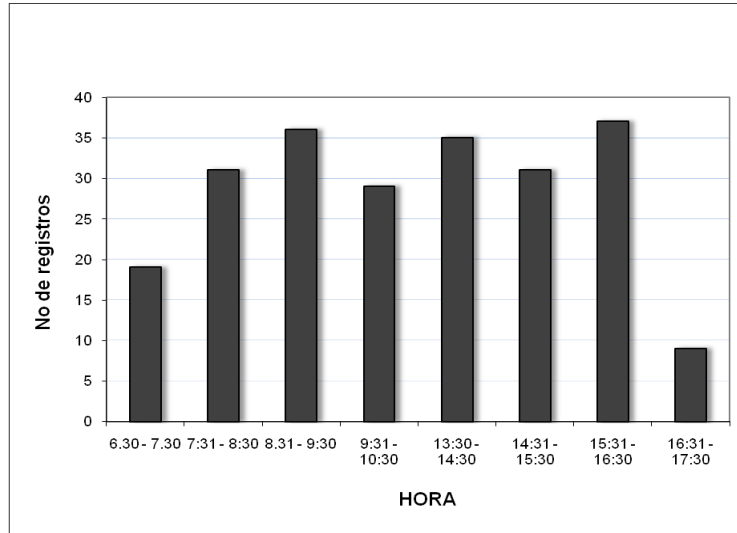
Se registraron 6 especies de colibríes visitantes: *Boissonneaua flavescens*, *Coeligena lutetiae*, *Coeligena torquata*, *Eriocnemis derbyi*, *Heliangelus exortis*, *Metallura tyrianthina*, una especie de diglosa: *Diglossa albilatera* y una especie de támara: *Chlorornis riefferii*. Entre los colibríes, los más frecuentes fueron *C. torquata* con un registro de 123 visitas y *H. exortis* con 78 visitas, a diferencia de las demás especies que se reportaron esporádicamente y de las cuales se obtuvieron de 1 a 10 registros durante los seis meses de estudio (Fig. 19).



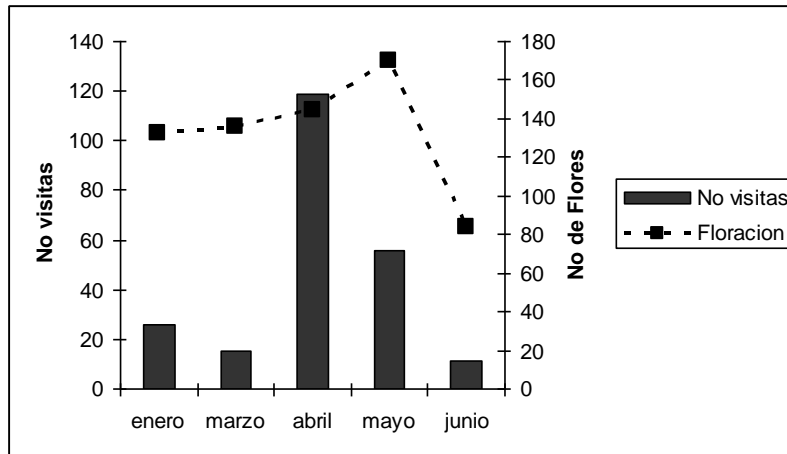
**Figura 19.** Principales visitantes de *C. nitida*. **A.** *Heliangelus exortis*; **B.** *Coeligena torquata*; **C.** *Metallura tyrianthina*; **D.** *Boissonneaua flavescens*; **E.** *Diglossa albilatera*; **F.** *Chlorornis riefferii*.

El número de visitas por parte de los colibríes en el transcurso del día fue continuo, es decir, en todos los intervalos de hora hubo registro de visitas, sin embargo, en el intervalo de 1631h - 1730h la actividad disminuyó notablemente en comparación a las demás horas (Fig. 20). En general hubo una variación mensual de las visitas las cuales no estuvieron relacionadas con el número de flores disponibles cada mes ( $r=0,50$ ), esto debido a que el número de registros de estas aves no se vio influenciado por la cantidad de flores disponibles, como por ejemplo, en mayo hubo el mayor registro o

conteo de flores y no se presentó el mayor número de avistamientos de los visitantes, o como en abril donde hubo el mayor registro de visitas y el número de flores era similar al de meses como enero y marzo (Fig. 21).



**Figura 20.** Número total de las visitas de los colibríes registrados de *C. nitida* por rangos de hora.



**Figura 21.** Variación del número total de visitas y de la floración mensual de *C. nitida*.

El número total de las visitas entre horas y entre meses correspondió en gran medida a las dos especies más frecuentes, *Coeligena torquata* (123) y *Helianthus exortis* (78)

(Fig. 22). El comportamiento de estas dos especies al momento de realizar la visita fue diferente, ya que utilizaron técnicas de forrajeo y tiempo de visita muy distintos, influenciados por sus diferencias significativas en morfología y tamaño (Fig. 23), (Tabla 3). *C. torquata* por ser un colibrí de mayor talla utiliza la estrategia en ruta, al tener pico recto y largo ( $35 \pm 2,1$  mm), apenas le permite introducir la parte distal del mismo en la corola de *C. nitida* y sus alas de tamaño considerable ( $77,2 \pm 2,7$  mm) le permiten permanecer en vuelo suspendido cuando forrajea las flores (*Hovering*); en promedio la duración de sus visitas fue de  $18,7 \pm 35$  segundos, la cual varió dependiendo de la disponibilidad de las flores, probando alrededor de  $6, 5 \pm 5,2$  flores en cada visita y siempre de manera legítima.

Por el contrario *H. exortis* por ser más pequeño y presentar longitudes de pico y alas más cortas ( $18,8 \pm 0,8$  mm y  $61,3 \pm 2,3$  mm respectivamente) utiliza otra estrategia de forrajeo, usualmente es territorial, se cuelga brevemente de las flores con las alas abiertas en “V” para libar (Hilty & Brown 1986) intercalándolo con momentos de percha en ramas aledañas a las flores y comportamientos agresivos hacia otras especies de colibríes, sin embargo, también se observaron comportamientos de “rutero”, donde visitaba las flores regularmente sin establecer territorios. Permaneció en cada una de las visitas  $23,5 \pm 14,7$  segundos en promedio y llegó a probar alrededor de  $8,1 \pm 4,6$  flores, indicando que la duración de la visita por esta especie fue mayor. A diferencia de *C. torquata*, *H. exortis* tuvo visitas tanto legítimas como ilegítimas, comportándose como ladrón secundario de néctar.

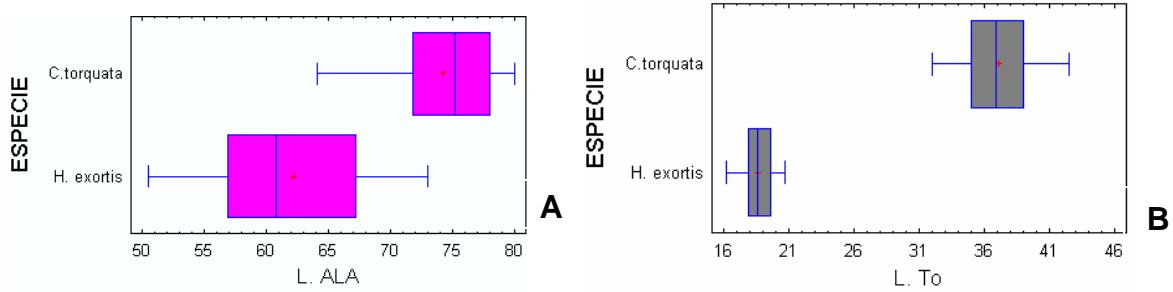
Por otro lado, no se encontró una tendencia entre la frecuencia de visitas de dichas especies y la producción de néctar diaria, ya que el número de visitas fue alto, incluso cuando las flores producían bajos volúmenes de néctar (Fig. 24).



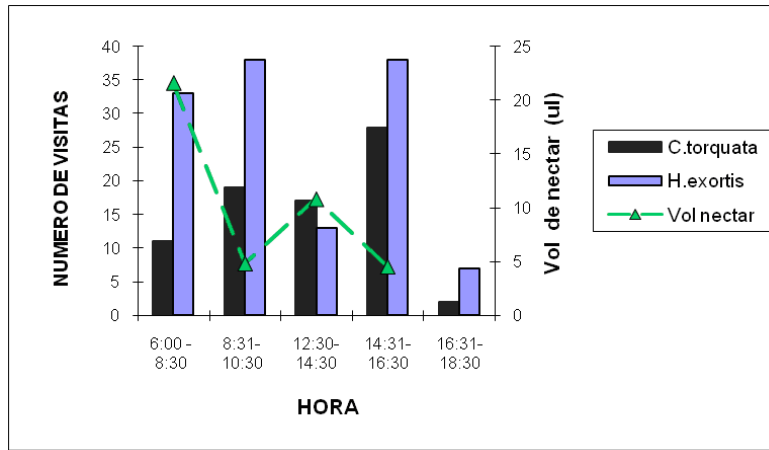
**Figura 22.** Numero total de visitas de las especies de aves registradas durante el estudio en *C. nitida*. Sp1 y Sp2 solo fueron registradas una vez, probablemente corresponde a *Eriocnemis derbyi*.

**Tabla 3.** Medidas morfológicas de los principales colibríes visitantes de *C. nitida* (valores promedio  $\pm$  ds).

Medida / Sp	<i>C. torquata</i>	<i>H. exortis</i>	<i>B. flavescens</i>	<i>E. derby</i>
PESO	<b>7,21 <math>\pm</math> 0,86</b>	<b>4,83 <math>\pm</math> 1,15</b>	7,14 $\pm$ 1,13	4,92 $\pm$ 0,42
Long. Pico Exp	31, 37 $\pm$ 1,53	15,1 $\pm$ 0,85	18,25 $\pm$ 4,06	21,87 $\pm$ 0,56
Long. Pico To	<b>35, 28 <math>\pm</math> 2,09</b>	<b>18,8 <math>\pm</math> 0,81</b>	21,67 $\pm$ 4,41	25,62 $\pm$ 0,62
ALTO PICO	2,48 $\pm$ 0,54	1,9 $\pm$ 0,26	2,15 $\pm$ 0,21	2,27 $\pm$ 0,31
ANCHO PICO	2,83 $\pm$ 0,49	2,7 $\pm$ 0,20	2,88 $\pm$ 0,21	2,7 $\pm$ 0,62
TARSO	4,63 $\pm$ 1,57	4,1 $\pm$ 0,45	4,67 $\pm$ 0,69	4,52 $\pm$ 0,79
LONG. ALA	<b>77,25 <math>\pm</math> 2,71</b>	<b>61,33 <math>\pm</math> 2,31</b>	75,28 $\pm$ 7,08	57, 5 $\pm$ 0,86
EXTEN ALAR	181 $\pm$ 7,7	143, 33 $\pm$ 6,43	172, 57 $\pm$ 13,50	134, 5 $\pm$ 1,5
Long. COLA	47, 12 $\pm$ 1,88	44,66 $\pm$ 4,16	47,57 $\pm$ 3,69	32, 25 $\pm$ 0,43

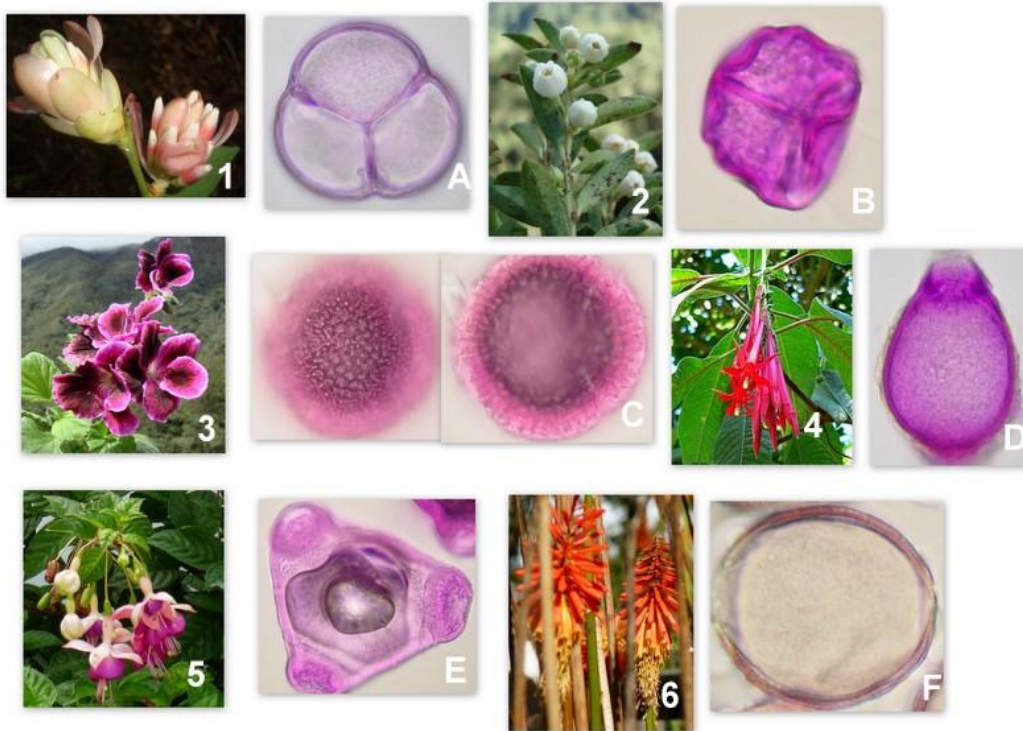


**Figura 23.** Variación de las principales características morfológicas de *C. torquata* y *H. exortis*. A: Longitud del Ala (Kruskal – Wallis =  $0,08^{E-4}$ ;  $p < 0,05$ ), B: Longitud de la Cola (Kruskal – Wallis =  $6,28^{E-8}$ ;  $p < 0,05$ ).



**Figura 24.** Variación del número de visitas por parte de las dos especies más frecuentes de colibríes y de la producción diaria de néctar de *C. nitida*.

*Coeligena torquata* y *Heliangelus exortis*, fueron observados visitando otras plantas diferentes a *C. nitida*, las cuales también fueron registradas en las cargas de polen. Entre las principales familias de plantas visitadas por estos colibríes se encontraron: Ericaceae, Onnagraceae, Alstroemeriaceae y Campanulaceae (Fig. 25).



**Figura 25.** Flores y granos de polen de algunas de las especies frecuentadas por los colibríes visitantes de *C. nitida*. 1a: *Cavendishia* sp; 2B. *Gaultheria* sp.; 3C *Pelargonium* sp.; 4D. *Fuchsia* sp1.; 5E *Fuchsia* sp.2; 6F. Híbrido de *Kniphofia*.

*Diglossa albilatera* presentó un tipo de visita típico de pinchaflores o ladrones de néctar, en los dos registros de esta especie se observó en bandadas mixtas, llegando a la planta y agarrándose de las ramas para alcanzar las flores y realizar agujeros en la base de la corola. Las visitas fueron realizadas en una ocasión por una pareja y en otra por una hembra; dichas visitas duraron más de un minuto y durante los cuales permanecían alerta.

Por último, se observaron en varias ocasiones bandadas del *Chlorornis* patirrojo (*Chlorornis riefferi*) compuestas por 3 – 6 individuos, emitiendo constantes vocalizaciones. Estos se posaban en ramas cercanas a las inflorescencias de *C. nitida* con el fin de alimentarse de la flor, principalmente del cáliz, mostrando un evento de herbivoría.

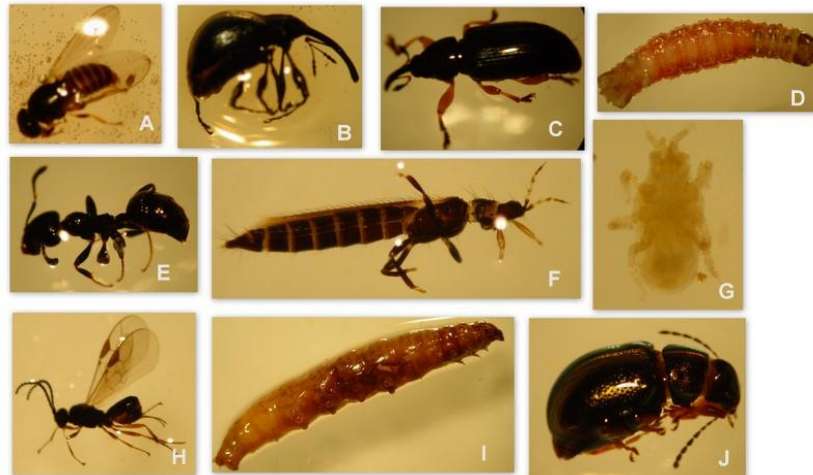


#### 7.4 INSECTOS RESIDENTES DE *C. nitida*

Se encontraron diversas especies de artrópodos de 12 familias, representantes de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Araneae, Acari y Thysanoptera. De estos, las familias más representativas fueron Curculionidae y Pyralidae y los ordenes Acari y Thysanoptera (Tabla 4, figura 26).

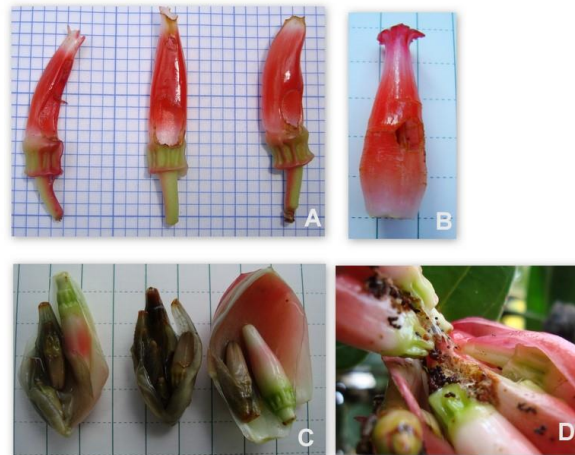
**Tabla 4:** Frecuencia de las familias de artrópodos residentes de *C. nitida*

ORDEN	FAMILIA	GENERO	FRECUCENCIA (%)
LEPIDOPTERA	GEOMETRIDAE		1,6
LEPIDOPTERA	PYRALIDAE		<b>15</b>
COLEOPTERA	CURCULIONIDAE	Genero 1	<b>10</b>
COLEOPTERA	CURCULIONIDAE	Genero 2	<b>11,6</b>
COLEOPTERA	CRYSOMELIDAE		1,6
HYMENOPTERA	FORMICIDAE	<i>Azteca</i>	6,6
HYMENOPTERA	BRACONIDAE		3,3
DIPTERA	EPHYDRIDAE		3,3
DIPTERA	TACHINIDAE		3,3
ARANEAE	ARANEIDAE		1,6
ACARI			<b>30</b>
THYSANOPTERA	THRIPIDAE		<b>11,6</b>



**Figura 26.** Artrópodos encontrados en las flores de *C.nitida*. **A.** Ephyridae; **B.** Curculionidae Sp1; **C.** Curculionidae Sp2; **D.** Larva Geometridae; **E.** Formicidae, *Azteca*; **F.** Thripidae; **G.** Acari; **H.** Braconidae; **I.** Larva Pyralidae; **J.** Crysomelidae.

Los fitófagos encontrados en *C. nitida* corresponden a larvas de Lepidóptera y Coleópteros como curculiónidos, los cuales acceden a las flores por orificios que hacen en la base de la corola consumiendo luego las anteras, el estilo (Fig. 27) y permaneciendo dentro de la corola ya hueca; en otras ocasiones los botones florales eran invadidos por dichos parásitos, impidiendo la apertura floral, pasando desapercibidos y luego de un tiempo la textura de la flor se volvía blanda con un color más oscuro, desprendiéndose posteriormente de la inflorescencia. Los demás artrópodos como hormigas, ácaros y trípidos permanecieron en el interior de las flores consumiendo néctar y polen.



**Figura 27.** Evidencias de depredación, pudrición y parasitismo en las flores de *C.nitida*. **A** consumo de los órganos reproductivos; **B**. orificio efectuado a la corola, **C**. Pudrimiento de las inflorescencias; **D**. Heces y huevos de diferentes insectos residentes.

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 OFERTA FLORAL DE *C. nitida*.

La falta de un pico en la floración y la asincronía de esta en la población de *Cavendishia nitida* estudiada en la Reserva La Montaña puede ser explicada por varias razones, entre estas el hecho que durante los seis meses de estudio no estuviera incluido el mes con mayor precipitación (octubre) el cual probablemente hubiera afectado a los individuos de *C. nitida* mostrando una floración masiva, esto debido a que la relación entre la floración y el régimen de lluvias ha sido evaluado en varios trabajos, registrando que después de la época de máxima precipitación se aumenta la producción de flores durante la época seca (Gutiérrez 2005, Prada 2006, Quevedo 2006). Por otro lado, la razón que puede explicar la asincronía es que la floración de *C. nitida* sea una característica propia (no mediada por factores ambientales) de aquellas especies que tienen baja densidad, que producen pocas flores por individuo y baja sincronía en la floración (Murcia 2002).

La asincronía en la floración de *C. nitida* ha sido también reportada en otras especies vegetales como una estrategia adaptativa, ya que la disponibilidad del recurso influye en el modo de forrajeo de los colibríes visitantes; así por ejemplo, algunas especies de colibríes defienden territorios cuando el recurso es abundante e importante para ellos y por tanto no se desplazan grandemente entre plantas o entre parches contribuyendo a la endogamia; por tanto, el hecho de que *C. nitida* presente una floración extendida donde pocas plantas florecen al tiempo, favorece que los visitantes intercalen sus visitas entre parches florales y aumenten la distancia en la dispersión del polen, asegurando así el flujo genético de la especie y la amplitud de su vecindario genético (Melampy 1987; Murcia 2002). De igual manera, la asincronía en la floración da como resultado una asincronía en la fructificación, lo que permite que los frugívoros no se sacien en una visita y en un solo lugar, sino que, se desplacen continuamente en busca de otras fuentes de alimento y por ende favorezca una óptima dispersión de las semillas (alejadas del parental) (Restrepo 2002).

La formación del fruto que duró alrededor de cuatro meses, coincide con lo reportado para otras especies de la familia Ericaceae, tal como el estudio de Prada (2006), donde afirma que *Plutarchia guascensis* tarda mas de 120 días para la formación de sus frutos. Este extenso periodo que necesitan las flores de *C. nitida* para madurar las semillas puede darse debido a que los individuos requieran acumular nutrientes necesarios para el desarrollo completo de sus frutos o a que son frutos con semillas pequeñas que generalmente maduran durante todo el año, a diferencia de los frutos de semillas grandes que se producen de manera estacional (Williams – Linera & Meave 2002).

Por otro lado, la tardanza en la maduración de los frutos genera algunos riesgos tanto para la planta misma como para los dispersores de semillas, ya que puede haber un daño en el fruto antes de que este esté maduro. Eventos como la depredación, invasión de parásitos o cambios climáticos (humedad y la temperatura), reducen el atractivo de los frutos (diseño, coloración, presentación y abundancia), evitando la llegada de los verdaderos dispersores que determinan la distribución y abundancia de la planta en el área.

Es importante tener en cuenta que los frutos de *C. nitida* son fuente primordial de alimento de muchas aves y mamíferos, tales como la Danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) (Lizcano y Cavelier 2004) y la Perdiz santandereana (*Odontophorus strophium*) (Sarria & Alvarez 2002), especies en peligro crítico de extinción y con algún grado de endemismo en Colombia. En este sentido es posible que esta planta sea consumida por la fauna que habita en La Montaña como tinamúes, pavas, tángaras y la misma danta reportada para esta zona (CRQ 2007).

## 8.2 BIOLOGÍA FLORAL

### 8.2.1 Morfología floral de *C. nitida*

Diversas especies de la familia Ericaceae han sido reportadas como plantas ornitófilas por poseer características tales como: flores carnosas, de corola tubular, de colores llamativos como rojos y amarillos, sin aroma, brácteas florales llamativas, anthesis diurna, producción de néctar con concentración diluida y disponible a lo largo del día, ovario ínfero y óvulos protegidos y separados de la cámara de néctar (Snow & Snow, 1980; Melampy, 1987; Murcia 1987; Brand- Prada, 1994; Luteyn & Silva, 1999; Navarro, 1999; 2001; Gutiérrez & Rojas 2001; Gutiérrez 2005; Rojas 2005).

*Cavendishia nitida* se ajusta a las características anteriormente mencionadas, sin embargo, aunque estas cualidades florales concuerden en gran medida a que sean visitadas por colibríes, se ha revelado la importancia de que no siempre el visitante está adaptado a la morfología floral para obtener su recompensa, recurriendo a otras estrategias para la extracción del néctar, como perforar los tejidos florales sin hacer contacto con las anteras y los estigmas (Navarro 2001); dando a entender que los síndromes deben ser tomados simplemente como una guía de estas relaciones y no como una regla estricta (Prada 2006).

El cambio de color en la corola de las flores de *C. nitida* probablemente se deba a la edad de estas. Dicho cambio es una cualidad de algunas especies de ericáceas donde el estadio de la floración, la edad de las flores y el estado de fecundidad determinan estos cambios; al igual que en *C. nitida*, Brand – Prada (1994) reporta para *Macleania bullata* un cambio en la coloración de sus flores de acuerdo a la edad de estas y en *Bejaria resinosa* dependiendo del estado de floración de la planta. En *C. nitida* este cambio de coloración en las flores más viejas puede incrementar el atractivo óptimo de las inflorescencias y al mismo tiempo diferenciarse de las flores funcionales jóvenes que tienen recompensas disponibles y pueden ser polinizadas por los colibríes visitantes (Endress 1994).

El despliegue floral, determina en primera instancia, la probabilidad de que un polinizador visite una flor. A mayor número de flores, mayor es el número de visitas a la planta, sin embargo, existen dos factores en contra de una mayor producción de flores. Primero, la producción de flores conlleva a un costo energético para la planta de modo que debe existir un límite fisiológico para el número de flores que se pueden producir, y segundo, un incremento en el número de flores no necesariamente se traduce en un mayor número de visitas por flor, dado que el comportamiento de los visitantes no siempre está relacionado con el número de flores, sino con el grado de disponibilidad de la recompensa, en el caso de *C. nitida*, del néctar (Murcia 2002).

La asincronía en la apertura de las flores de *C. nitida*, es decir, flores de una misma inflorescencia que abren en tiempos distintos durante la época de floración de la planta y una longevidad de alrededor de seis días, son cualidades que han sido reportadas en *Plutarchia guascensis* por Prada (2006) y en *Macleania bullata* y *Bejaria resinosa* por Brand – Prada (1994).

Este comportamiento le permite a *C. nitida* que las aves visitantes tengan una fuente de alimento mas duradera, obligándolas a visitar otros individuos de la especie para saciar sus requerimientos energéticos, beneficiando el flujo de polen y entrecruzamiento de la población de plantas; por otro lado, la planta gasta menos energía en producir estructuras florales en gran proporción y de manera prolongada, puesto que las flores deben ser mantenidas fisiológicamente y demandan agua y energía presupuestada por esta y el tener muchas flores y de larga vida se puede traducir en un mayor agotamiento de dichos recursos energéticos (Primack 1985).

### **8.2.2 Producción de néctar**

Los requerimientos energéticos de las poblaciones de los colibríes son particularmente elevados en condiciones de alta montaña y por lo general dependen casi exclusivamente del néctar floral (Stiles 1978; Gutiérrez *et al.* 2005). El néctar de *C.*

*nitida* presentó una concentración promedio de azúcar de  $17,71 \pm 4\%$  y un volumen de 15 – 35 (40)  $\mu\text{L}/\text{día}$ , los cuales fueron similares a lo encontrado en *Macleania bullata* (18,6 % - 33,7  $\mu\text{L}/\text{día}$ ) por Navarro (1999, 2001) y a lo registrado por Gutierrez & Rojas (2001) en la comunidad de plantas ornitófilas del volcán Galeras, donde se registraron volúmenes de néctar bajos – medios (10 – 20 %; 10 – 20  $\mu\text{L}$  o más), datos que se asocian con los registrados en flores de otras especies de plantas utilizadas por colibríes (Snow & Snow 1980; Baker & Baker 1983; Brand-Prada 1994; Luteyn & Silva 1999; Navarro 2001; Nicolson & Fleming 2003; Rosero & Sazima 2004; Prada 2006).

Al no tener *C. nitida* una fluctuación estadísticamente significativa en el volumen y la concentración de néctar durante el día, ni una correlación entre estas (Fig. 10, 11), se diferencia a lo expuesto por Murcia (2002), donde explica que la concentración de néctar cambia con la hora del día y la edad de la flor. Esta cualidad de *C. nitida* (particular de algunas plantas ornitófilas, Rosero, L., *com. pers.* 2009) facilita la extracción del néctar por parte de los colibríes de manera continua. A su vez, el mantener una producción relativamente constante de esta recompensa, implica que los visitantes se dirijan a otras flores para obtener la ración necesaria; ya que una oferta excesiva de néctar puede saciar al polinizador con unas pocas flores, ocasionando que en algunos casos se pierda polen portado por el ave y se reduzca la capacidad de dispersión de este (Murcia 2002).

La variación en la producción de néctar con respecto a la edad de la flor no pudo ser estimada por diversas razones: la selección de los botones próximos a la antesis se veía impedida en gran parte por la humedad guardada en las inflorescencias que hacía que en las flores se formaran hongos, acelerando su descomposición (Fig. 20 C). Por otro lado, se dificultó el trabajo con las flores por el débil sujetamiento de la corola, permitiendo la medición solo durante el primer día de antesis. Dicha dificultad ha sido reportada por otros autores en otras especies de plantas (Stiles *et al.*, 1992; Brand-Prada, 1994).



Estudios como los de Zimmerman (s.a.), han evaluado la variación en la producción de néctar entre flores de la misma planta. *Cavendishia nitida* no presentó variación significativa en la producción de néctar (volumen y concentración) diaria entre flores de un individuo; sin embargo, se observó que algunas flores sí disminuían su volumen o no producían néctar. Este patrón de distribución de néctar ha sido llamado “Bonanza – vacío” y se ha propuesto como un mecanismo que favorece una tasa alta del número de visitas mientras que mantiene los costos de producción de néctar bajos; según lo planteado por Murcia (2002), donde describe varias estrategias en la producción de néctar en las plantas, *C. nitida* se adecúa en este caso a la estrategia (iii), que afirma que todas las flores secretan néctar todo el tiempo, pero mientras unas producen grandes cantidades, otras producen muy poco. Esta variación en la disponibilidad de néctar obliga al polinizador a visitar más flores en el mismo recorrido para alcanzar el volumen necesario para saciarse.

### **8.3. VISITANTES FLORALES DE *C. nitida***

El número de visitas en general no estuvo directamente relacionado con épocas donde se observó una mayor floración (Figura 15), ya que los dos colibríes más frecuentes (*Coeligena torquata* y *Heliangelus exortis*) visitaron continuamente los individuos de *C. nitida* en lapsos de tiempo regulares, siendo atraídos posiblemente no por la cantidad de flores, sino más bien, por la cantidad de néctar disponible o por que los colibríes presentan una memoria espacial, es decir, pueden recordar la localización de parches florales ricos en recompensas (Stiles 1978).

Por otro lado, las estrategias básicas de búsqueda de alimento de los colibríes (territoriales, ruteros de alta y baja recompensa, ladrones de territorio y generalistas) dependen en gran medida de la disponibilidad de las recompensas florales y de la morfología de la especie visitante, donde se ven sujetos a tomar decisiones a corto plazo de acuerdo a la experiencia previa, tales como: la planta a visitar, el comportamiento al momento de realizar la visita, la duración de la visita, el número de

visitas a cada planta, qué planta ha de visitar después y la distancia que habrá que recorrer cada vez que se agote el recurso (Zimmerman s.a.; Murcia 2002).

*Coeligena torquata* y *Heliangelus exortis*, al comportarse generalmente como ruteros, implican unas ventajas y unas desventajas para *C. nitida*, sin embargo, no se pueden definir con exactitud ya que no sabemos el grado de autocompatibilidad de la planta. Entre las ventajas está favorecer el flujo de genes entre los individuos, ya que, a diferencia de los visitantes territoriales, los ruteros se desplazan continuamente, en tiempos regulares entre parches, aumentando la probabilidad de que porten polen de otros individuos, haya exocruzamiento y se evite la auto – polinización. Por otro lado, la planta puede estar en desventaja porque los visitantes requieren invertir más tiempo y energía en la búsqueda de alimento, lo que conlleva a una tasa de visitas menor que los territoriales; además, en sus rutas los colibríes visitan otras especies de plantas que transfieren su polen a este y que pueden depositarse en el estigma de las flores de *C. nitida*, lo que resulta en una fecundidad o supervivencia baja en la progenie (depresión por endogamia o por exogamia) por el grado de afinidad genética.

Las diferencias en el comportamiento al momento de realizar la visita de *C. torquata* y *H. exortis* han sido descritas para los principales visitantes de *Plutarchia guascensis* (Prada 2006), explicando que estas dos estrategias pueden favorecer la polinización de la planta. De igual manera, se puede ver esto en *C. nitida*, mostrando que cuando el visitante se percha, dura más tiempo en una visita (en una flor) depositando más polen sobre el estigma y puede maximizar la producción de semillas. Por otro lado, cuando forrajea en vuelo suspendido, el polinizador dura un lapso de tiempo más reducido en cada flor, de tal manera que más flores son visitadas por unidad de tiempo favoreciendo la capacidad de incrementar el flujo de polen (Prada 2006).

Las visitas de las dos especies de colibríes fue en su mayoría de forma legítima, es decir, tomaban el néctar por la parte distal de la corola, haciendo contacto con los órganos reproductivos de la flor; así, *C. torquata* siempre se comportó de la misma manera, catalogándolo como un polinizador potencial al igual que lo encontrado por

Snow & Snow (1980) y Navarro (1999, 2001) en otras ericáceas. Por el contrario, se observó un par de veces a *H. exortis* aprovechándose de los orificios realizados por los ladrones de néctar y comportándose como un ladrón de tipo secundario (Rojas 2005). Esto demuestra de alguna manera que los comportamientos de las aves visitantes y polinizadoras pueden estar influenciados por factores tales como: la morfología del visitante, la disponibilidad y la calidad de la recompensa y la abundancia espaciotemporal de las flores, ladrones y polinizadores. Así, la clasificación de visitantes florales como ladrones y polinizadores puede ser reduccionista, ya que algunos ladrones pueden actuar como polinizadores (Stiles *et al.* 1992) y polinizadores como ladrones (Arizmendi *et al.* 1996; Navarro 1999, 2001).

Las visitas a *C. nitida* realizadas por otras especies de aves se diferenciaron de las realizadas por *C. torquata* y *H. exortis*. El comportamiento del clorornis patirrojo (*Chlorornis riefferii*) es un acontecimiento que muestra un ejemplo de herbivoría y depredación, el cual puede tener efectos directos o indirectos sobre la capacidad reproductiva de la planta, ya que repercute en una disminución de las visitas de los polinizadores por la caída de las corolas y el daño del cáliz y las semillas pueden ser depredadas antes de la dispersión cuando están en pleno proceso de desarrollo, conllevando a una reducción significativa en la formación de frutos (Leege & Wolfe 2002).

Por último, están los ladrones de néctar, que son animales que perforan las partes florales para obtener el néctar, por lo tanto evitan las aberturas de la flor usadas legítimamente por los polinizadores; los ladrones de néctar disminuyen la producción y modifican la concentración de este recurso; así, pueden afectar significativamente la distribución de la recompensa para los polinizadores legítimos (Irwin & Brody 1998). Cada uno de estos mecanismos puede tener efectos negativos y/o positivos sobre el polen y el movimiento de genes a lo largo de los cambios en la cantidad o calidad del polen ofrecido y depositado sobre el estigma (Irwin 2003).

Entre los passeriformes neotropicales, los pinchaflores son los ejemplos más clásicos de robadores primarios de néctar (Inouye 1980 citado por Rojas 2005), ya que poseen una morfología especial del pico que les permite extraer el néctar de manera “ilegítima”, sin efectuar la polinización (Stiles et al. 1992; Rojas 2005). Los géneros más reconocidos de estas aves son *Diglossa* y *Diglossopsis* (Rojas 2005).

*Diglossa albilatera* fue registrada en dos ocasiones donde siempre perforó el tubo de la corola de *C. nitida* para alimentarse del néctar; este comportamiento ha sido reportado en otras especies de plantas y es considerado típico de las aves de este género (Colwell et al. 1974; Phelps & de Schauensee 1978; Graves 1982 citado por Navarro 1999; Arizmendi et al. 1996; Rojas 2005). Sin embargo, no se encontraron flores con daños de óvulos y no sabemos el efecto que pueda tener este fenómeno en la polinización y reproducción de *C. nitida*.

#### **8.4 INSECTOS RESIDENTES DE *C. nitida***

En las observaciones a *C. nitida* realizadas en La Montaña no se registraron visitas de insectos como abejorros, abejas, avispas, escarabajos, moscas y otros reportados en trabajos realizados en Ericáceas como los de Melampy (1987), Mejías et al. (2002), Prada (2006) y Quevedo (2006), ya que las estructuras morfológicas de la flor tales como la posición de las anteras protegidas por la corola y un diámetro en el ápice de esta de alrededor de 5 mm impiden el consumo de recompensas por parte de estos insectos.

Diversos artrópodos fueron residentes de las flores de *C. nitida*. Las familias más representativas fueron Acari, Lepidoptera, Thripidae, y Coleoptera (Fig. 19, Tabla 4). Los ácaros encontrados en especies de plantas con flores visitadas por colibríes son unos de los ladrones de néctar más conocidos (Lara & Ornelas 2002). Estos ácaros se alimentan del polen y del néctar de las flores de dichas especies, generando un efecto negativo sobre la disponibilidad del néctar y potencialmente reduce el éxito reproductivo de la planta hospedera (Lara & Ornelas 2002). Los ácaros hospedados en *C. nitida*

fueron abundantes, y aunque no se evaluó el efecto de la presencia de estos sobre la planta es probable que generen cambios en la producción de recompensas, además porque los colibríes transportan los ácaros de planta en planta.

Las especies herbívoras registradas en *C. nitida* fueron también encontradas en *Plutarchia guascensis* (Prada 2006) y en *Espeletia grandiflora* (Fagua & Bonilla 2005), estos artrópodos encuentran en las flores refugio y alimento para larvas y adultos. De esta manera, se podría decir que ninguna de estas especies actúa como polinizador de *C. nitida*, ya que se alimentan tanto del néctar como del polen de las flores, disminuyendo el número de flores y recursos disponibles para los verdaderos polinizadores y por otro lado porque no se movilizan hacia otras plantas o individuos de la especie, evitando el flujo de polen y el entrecruzamiento.

Los curculiónidos y los *Thrips* utilizan las flores de *C. nitida* como sitio de postura de huevos y desarrollo de larvas, al igual que en *E. grandiflora* (Fagua & Bonilla 2005). Núñez (1999) corrobora la acción de *Phyllotrox*, una especie de Curculiónido como polínivoro en *Attalea allenii* y *Wettinia quinaria* y muestran que la utilizan para aparearse y realizar parte de su ciclo de vida dentro de las inflorescencias.

Cada una de las características asociadas a *C. nitida* tiene un papel importante en el establecimiento y comportamiento de diferentes especies vinculadas a esta Ericaceae; de ahí que en torno a una sola especie se puedan establecer distintos eventos y mutualismos producto de actividades ecológicas (Anexo 1).

## 9. CONCLUSIONES

- La floración continua pero asincrónica entre los individuos de la población de *C. nitida* y la poca variación del volumen y la concentración del néctar de sus flores, favoreció una oferta constante de recompensas para los diferentes visitantes florales y un flujo de polen activo por parte de estos.
- La larga duración en la formación de los frutos puede deberse a que los individuos requieran acumular nutrientes necesarios para el desarrollo completo de sus frutos o a que son frutos con semillas pequeñas que generalmente maduran durante todo el año.
- Las principales características florales que definen a *C. nitida* como una planta ornitófila son: anthesis diurna, sin aroma, volúmen y concentración de néctar con valores medios, corola tubular de color rojo, brácteas florales llamativas y ovario ínfero; estas favorecieron las visitas por parte de colibríes, principalmente de *Coeligena torquata* y *Heliangelus exortis*.
- La continuidad de las visitas por parte de los colibríes probablemente estuvo más relacionada con la producción de néctar de las flores de *C. nitida* que con el numero disponible de estas.
- Debido a la morfología, comportamiento al momento de realizar la visita y técnica de forrajeo de *C. torquata* y *H. exortis*, se pueden sugerir como polinizadores potenciales de *C. nitida*.
- El comportamiento de *H. exortis* se vió influenciado por cambios en la disponibilidad de flores de *C. nitida*, siendo territorial en épocas de mayor floración y visitándola esporádicamente en tiempos de menor producción de flores.

- Larvas e insectos de los órdenes Acari, Lepidoptera, Thysanoptera y Coleoptera, encuentran en las flores de *C. nitida* refugio y alimento para larvas y adultos, influyendo en la formación y desarrollo de las flores disponibles para los polinizadores.
- El consumo de flores de *C. nitida* por parte del clorornis patirrojo (*Chlorornis riefferii*) reduce considerablemente la disponibilidad de estas para los visitantes polinizadores y posiblemente afecta la formación de frutos y semillas de la planta.
- A pesar de que *Diglossa albilatera* se comportó como ladrón de néctar al realizar sus visitas a las flores de *C. nitida*, no sabemos el efecto que pueda tener este fenómeno en la polinización y reproducción de la planta.
- Con este estudio se aporta conocimiento acerca de la biología floral de *C. nitida* y de sus visitantes florales, y se promueve la realización de investigaciones como ésta que favorecen el entendimiento de los procesos adaptativos y evolutivos en ecosistemas de alta montaña pertenecientes al departamento del Quindío.

## 10.RECOMENDACIONES

- Realizar la biología reproductiva de *C. nitida* para establecer su tipo de reproducción y comprobar el papel que cumplen los visitantes florales como polinizadores en esta especie.
- Determinar la receptividad estigmática de las flores de *C. nitida* al igual que la viabilidad del polen por medio de experimentos de germinación y longevidad.
- Evaluar la reproducción vegetativa en *C. nitida* como una estrategia de la especie ante la alta depredación de sus flores.
- Realizar el estudio de cargas polínicas de los visitantes de *C. nitida*, para determinar el uso de otras especies de plantas por dichos visitantes y establecer el grado de especialización de estos con *C. nitida*.
- Caracterizar en detalle la estrategia de polinización de *C. nitida*.
- Estudiar el mecanismo de dispersión y la viabilidad de las semillas de *C. nitida*.
- Realizar estudios similares en otros sitios donde *C. nitida* ha sido reportada como especie importante para los requerimientos energéticos de la comunidad de aves de estas zonas, tal como la Cordillera Oriental colombiana.
- Evaluar el efecto del robo de néctar y el parasitismo por parte de aves y artrópodos sobre el comportamiento de los polinizadores, la producción de recompensas y en la reproducción de *C. nitida*.



## 11. BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, C. A. 1993. Estudio florístico y climático del cañón Quindío. Documentos 2 biología. Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Quindío, CRQ. ed. centro de publicaciones uniuquindio.

AMAYA, M., STILES, F. G. & RANGEL, O. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): Una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23: 301-322.

ARIZMENDI, M. DOMINGUEZ, C & DIRZO, R. 1996. The role of an avian nectar robber and of hummingbird pollinators in the reproduction of two plant species. *Functional Ecology*. 10, 119-127.

AYALA, A. 1986. Aspectos de la relación entre *Thalurania furcata colombica* (Aves: Trochillidae) y las flores en que liba, en un bosque sub- andino. *Caldasia*.14: 68-70.

BAKER, H. G. & BAKER, I. 1983. Floral nectar sugar constituents in relation to pollinator type. En: C. E. Jones, Jr. & R.J. Little, Jr., (eds.). *Handbook of Experimental Pollination Biology*. Pp. 117-141. Scient. Acad. Eds., New York.

BAWA, K. S. 1990. Plant-Pollinator interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 21:399-422.

BRAND – PRADA, M. 1994. Interacciones entre los colibríes y la ericáceas *Macleania rupestris* y *Bejaria resinosa* en un páramo de Colombia. En: Luis Eduardo Mora-Osejo & Helmut Sturn (eds.) Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia. Tomo II, *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Colección Jorge Álvarez Lleras; Nº 6. Santa fe de Bogotá.

Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). 2007. PLAN DE MANEJO DEL DISTRITO DE MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS NATURALES DE SALENTO QUINDÍO.

ENDRESS, P. K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge University press.

FAGUA, J.C., Y M. A. BONILLA. 2005. Ecología de la polinización de *Espeletia grandiflora* en el Parque Chingaza. En: Bonilla, M. A. (ed.). *Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogota-Colombia.

GÓMEZ, J. 2002. Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 105-116

GUTIÉRREZ, A. & ROJAS, S. 2001. Dinámica anual de la interacción colibrí – flor en ecosistemas alto – andinos del Volcán galeras, Sur de Colombia. Tesis de grado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia.

GUTIÉRREZ, A. 2005. Ecología de la interacción entre colibríes (Aves: Trochilidae) y plantas que polinizan en el bosque Alto – andino de Torca. Bogotá. Tesis de postgrado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencia, Departamento de Biología.

HILTY, S. & BROWN, W. 1986. *Guía de las Aves de Colombia*. Princeton University Press, New Jersey. Traducción al español por Humberto Álvarez- López.

IRWIN, R & BRODY, A. 1998. Nectar robbing in *Ipomopsis aggregate*: effects on pollinator behavior in plant fitness. *Oecología*.116: 519 – 527.

IRWIN, R. 2003. Impact of nectar robbing on estimates of pollen flow: conceptual predictions in empirical outcomes. *Ecology*. 84(2): 485- 495.

LARA, C. & ORNELAS, J. 2002. Effects of nectar theft by flower mites on hummingbird behavior and the reproductive success of their host plant, *Moussonia deppeana* (Gesneriaceae). *OIKOS*. 96: 470- 480.

LEEGER, L. & WOLFE, L. 2002. Do Floral herbivores respond to variation in flower characteristics in *Gelsemium sempervirens* (Loganiaceae), a distylous vine?. *American Journal of Botany*. 89 (8): 1270- 1274.

LIZCANO, D. & CAVELIER, J.2004. Características químicas de salados y hábitos alimenticios de la Danta de montaña (*Tapirus pinchaque Roulin*, 1829) en los andes centrales de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 11(2):193-201.

LUTEYN, J. 1983. Ericaceae- part I. *Cavendishia*. *Fl. Neotropica Monograph*. 35: 4- 290.

LUTEYN, J. & SILVA, S. 1999. "Murr" (Antioquia Department, Colombia): hotspot for neotropical blueberries (Ericaceae: Vaccinieae). *Brittonia* 51: 280-302.

McDADE, L. & KINSMAN, S. 1980. The impact of floral parasitism in two neotropical hummingbird-pollinated plant species. *Evolution* 34: 944-958.

McDADE, L & WEEKS, J. 2004. Nectar in hummingbird pollinated neotropical plants I: Patterns of production and variability in 12 species. *Biotropica*. 36: 196- 215.

MEJÍAS, J., ARROLLO, J., & OJEDA, F. 2002. Reproductive ecology of *Rhododendron ponticum* (Ericaceae) in relict Mediterranean populations. *Botanical Journal of the Linnean Society* 140: 297-311.

MELAMPY, M.N. 1987. Flowering phenology, pollen flow and fruit production in the Andean shrub *Bejaria resinosa*. *Oecologia* 73: 293-300.

MURCIA, C. 1987. Estructura y dinámica del gremio de colibríes (Aves: Trochilidae) en un bosque andino. *Humboldtia* 1: 29-64.

MURCIA, C. 2002. Ecología de la Polinización. En: Guariguata, M., y G. Kattan (comp). *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. ISBN. 493 – 530.

NAVARRO, L. 1999. Pollination ecology and effect of nectar removal in *Macleania bullata* (Ericaceae). *Biotropica* 31:618-625.

\_\_\_\_\_ 2001. Reproductive biology and effect of nectar robbing on fruit production in *Macleania bullata*. *Plant Ecology* 152: 59-65.

NICOLSON, S. & FLEMING, P. 2003. Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematics and Evolution*. 238: 139-153.

NUÑEZ, L. A. 1999. Estudio de la biología reproductiva y polinización de *Attalea allenii* y *Wettinia quinaria* (PALMAE) en la costa pacífica colombiana. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

PRADA, A. 2006. Biología floral y polinización de *Plutarchia guascensis* (Cuatrec) A.C. Sm. (Ericaceae) en una zona de subpáramo en el Parque Municipal Ranchería. Paipa Boyacá Colombia. Trabajo de pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Básicas. Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja.

PRIMACK, R. 1985. Longevity of individual flowers. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* . 16: 15 – 37.

QUEVEDO, Y. 2006. Biología de la polinización de *Gaultheria rigida* Kunth (Ericaceae) en el Parque Natural Municipal Ranchería. Paipa Boyacá Colombia. Trabajo de pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Básicas. Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja.

RANGEL- Ch, J. O. 2000. COLOMBIA DIVERSIDAD BIÓTICA III. *La región de vida paramuna*. Universidad nacional de Colombia. Ed. Unibiblos.

RESTREPO, C. 2002. Frugivoría. En: Guariguata, M., y G. Kattan (comp). *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. ISBN. 531 – 557.

ROJAS, S. 2005. Ecología de la comunidad de pinchaflores (Aves: *Diglossa* y *Diglossopsis*) en un bosque alto andino. Tesis de maestría en Biología, línea Ecología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de ciencias. Departamento de Biología. Bogotá.

ROSERO, L. & SAZIMA, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Tropical* 15(Suppl.): 183 – 190.

SALINAS, N.R., & J. BETANCUR. 2005. *Las ericáceas de la vertiente pacífica de Nariño, Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional. Bogotá, D. C., Colombia.

SARRIA, M. & M, ALVAREZ. 2002. *Odontophorus strophium*. En: Renjifo. L. M., A, M. Franco – Maya, J. D. Amaya – Espinel, G. Kattan y B. López Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie Libro Rojo de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

SNOW, D.W. & B.K. SNOW. 1980. Relationships between hummingbirds and flowers in the Andes of Colombia. *Bulletin of the British Museum - Natural History: Zoology*. 38: 105 – 139.

STILES, G. 1978. Ecological and evolutionary implications of bird pollination. *American Zoology* 18: 715 – 727.

\_\_\_\_\_ 1979. El ciclo anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Revista de biología tropical*. 27:75 - 101.

\_\_\_\_\_ 1985d. Seasonal patterns and coevolution in the hummingbird-flower community of a Costa Rican subtropical forest. *Ornithological monographs* 36: 757-787.

STILES, G., AYALA, A. & GIRON, M. 1992. Polinización de las flores de *Brachyotum* (Melastomataceae) por dos especies de *Diglossa* (Emberizidae). *Caldasia* 17: 47-54.

TOLOZA, D & LEÓN, D. 2009. Ciclo anual de los colibríes y su interacción con las plantas ornitófilas en el Parque Natural Municipal Ranchería, Paipa Boyacá Colombia. Tesis de grado para optar al título de Biólogo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Básicas. Escuela de Ciencias Biológicas. Tunja.

VOGEL, S. 1983. Ecophysiology of Zoophilic Pollination. En: *Physiological Plant Ecology III*. Chap 15. Volume 12C. by Springer – Verlag Berlin Heidelberg.

WILLIAMS – LINERA, G. & J. MEAVE. 2002. Patrones fenológicos. En: Guariguata, M., y G. Kattan (comp). *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. ISBN.

ZIMMERMAN, M. s.a. Cap 8. Nectar production, flowering phenology and strategies for pollination. 157 – 170.

## **12. AGRADECIMIENTOS**

A Liliana Rosero, por aceptar apoyarnos en esta última etapa de nuestra carrera, por creer en nosotras y por sus valiosos comentarios y correcciones en el manuscrito.

A Oscar Humberto Marín por motivarnos a seguir en la línea de investigación en ecología, incentivarnos el amor al trabajo en campo y convertirse más que en nuestro asesor, en nuestro amigo.

A la Universidad del Quindío, principalmente al programa de Biología por acogernos durante todo el proceso académico y a todos los profesores que hicieron parte de nuestro aprendizaje.

Al CIBUQ y al HUUQ por el préstamo de equipos de campo, de laboratorio y por la revisión de material botánico.

Al Museo de Artrópodos de la Universidad del Quindío, especialmente a la profesora Rocío García por su colaboración en la identificación de los insectos.

Al Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, principalmente a Gary Stiles por facilitarnos la revisión de la colección de aves y aportarnos sugerencias.

Al centro de asesorías en estadística de la Universidad del Quindío, a las profesoras Diana Galvis y María Dolly García por su gran colaboración en los análisis estadísticos.

A la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), por proveernos la estadía en la Reserva La Montaña y por facilitarnos datos de interés.

A Don Luís Alberto Marroquín, Doña Viviana y Luisa, que hicieron de nuestra estadía en la reserva una experiencia mucho más agradable y memorable.

A Oscar Baena por su compañía, asesorías y hacernos sentir más seguras en campo.

A Angélica Prada y Yesenia Quevedo, por el aporte de bibliografía, por sus comentarios y atención durante el tiempo de estadía en Bogotá y Tunja.

*De Manuela, Gracias:*

*A mi mamá, Alba Nelly Chica, por su incondicional apoyo en todo mi proceso de formación personal y académico; por siempre ser mi fiel amiga y guía en el camino de la vida.*

*A mi papá, Rodrigo Restrepo, por creer y confiar en mí; por ser un ícono en mi vida.*

*A mis hermanos, Anthony, David y Maria Antonia, por hacerme sentir para ellos como un ejemplo de vida a seguir.*

*A mis abuelos, tíos y primos, por todo el apoyo durante mi carrera.*

*A Francisco Valencia y Maria del Socorro Mejía, porque me han acogido como una hija y me han demostrado su amor y soporte durante toda mi vida.*

*A Hernando Rodríguez, porque, a pesar de las situaciones que hemos enfrentado, siempre ha estado a mi lado con gran paciencia, amor y apoyo infinito.*

*A Alejandra, por ser mi compañera de estudio y de trabajo en toda la carrera; por acogerme como su compañera de tesis y ser paciente durante todo el proceso; por ser mi amiga tolerante, sin cera y estar ahí cuando siempre lo he necesitado.*



*De Alejandra:*

*Agradezco a mi padre, Fernando Franco y a mi madre Luz Inés Saldarriaga por la confianza y apoyo incondicional en el desarrollo del trabajo y por compartir conmigo cada paso del camino para lograr ser una profesional.*

*A mi hermano Sebastián Franco por la compañía en algunas salidas de campo, por compartir el amor a mi carrera y permitirme enseñarle aspectos de la biología que marcaron mi formación.*

*A mi tía Maria Eugenia Saldarriaga y mi prima Marcela Franco por sus palabras de aliento y por estar pendientes en el transcurso de todo el trabajo.*

*A Manuela, que desde el primer semestre de la carrera conformamos “el mejor equipo de trabajo”, por su paciencia, confianza y por compartir los buenos y los malos momentos.*

*A Oscar Marín que me impulsó a enamorarme e indagar cada vez más de la relación entre las flores y los colibríes, a tal punto de hacer de esto un reflejo en mi vida.*



### 13. ANEXO

