

# **TESOROS NATURALES PROTEGIDOS DEL QUINDÍO: UNA MIRADA PARA LA CONSERVACIÓN**

**Convenio de Cooperación No 031 de 2015  
Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ  
Corporación Ambiental, Cultural y Social - Tibouchina**

**DIEGO FERNANDO RAMÍREZ RESTREPO  
Coordinador General del Proyecto**

**ANDRÉS FELIPE OROZCO CARDONA  
HUGO MANTILLA MELUK  
FELIPE ROMÁN CANO  
Investigadores**

Orozco-Cardona Andrés Felipe, Mantilla-Meluk Hugo, Román-Cano Felipe, Ramírez-Restrepo Diego Fernando 2018. Tesoros Naturales Protegidos del Quindío: Una Mirada para la Conservación. Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ, Corporación Ambiental, Cultural y Social – TIBOUCHINA. Armenia-Quindío, Colombia.

ISBN 978-958-56661-0-8

Tesoros Naturales Protegidos del Quindío: Una mirada para la conservación

Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ

Corporación Ambiental, Cultural y Social – TIBOUCHINA

Primera edición: Junio 2017

Número de Ejemplares: 200

Revisión Técnica y Edición:

Andrés Felipe Orozco Cardona, Hugo Mantilla Meluk, Felipe Román Cano, Diego Fernando Ramírez Restrepo.

Fotografías:

Diego Fernando Ramírez Restrepo, Andrés Felipe Orozco Cardona, Hugo Mantilla Meluk, Felipe Román Cano, Edison Marín Londoño, Ricardo Elías Vega, Sebastian Montilla Orozco.

Ilustraciones portada:

*Aotus lemurinus*, *Quercus humboldtii* y afluente hídrico de la reserva natural Estrella de Agua.

Ilustración científica:

Laura Melissa Velázquez Arrubla

lmva309\_@hotmail.com

Producción Editorial:

Arte Imagen

Impreso en Colombia

Reservados todos los Derechos

Disponible en:

Corporación Autónoma Regional del Quindío – CRQ

Corporación Ambiental, Cultural y Social – TIBOUCHINA



John James Fernández López

Director General Corporación Autónoma Regional del Quindío

Jhon Edward Londoño Lozada

Profesional Subdirección de Gestión Ambiental

Supervisor del Convenio



Diego Fernando Ramírez Restrepo

Director Corporación Ambiental, Cultural y Social TIBOUCHINA

Claudia Jimena Hernández Benítez

Directora Administrativa Corporación Ambiental, Cultural y Social

TIBOUCHINA

**ASAMBLEA CORPORATIVA  
CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DEL QUINDÍO**

**CARLOS ALBERTO SOTO RAVE**  
Gobernador del Quindío

**CARLOS MARIO ÁLVAREZ MORALES**  
Alcalde de Armenia

**YENNY ALEXANDRA TRUJILLO ALZATE**  
Alcaldesa de Calarcá

**ROSA PATRICIA BUITRAGO GIRALDO**  
Alcaldesa de Tebaida

**JUAN MIGUEL GALVIS BEDOYA**  
Alcalde de Salento

**CARLOS ALBERTO DUQUE MARÍN**  
Alcalde de Circasia

**CARLOS ARTURO VERGARA BOTERO**  
Alcalde de Buenavista

**GUILLERMO ANDRÉS VALENCIA HENAO**  
Alcalde de Córdoba

**EDISON ALDANA MARTÍNEZ**  
Alcalde de Pijao

**ANDRÉS ALBERTO CAMPUZANO CASTRO**  
Alcalde de Génova

**JOSÉ ROBERTO MURILLO ZAPATA**  
Alcalde de Filandia

**ÁLVARO HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ**  
Alcalde de Montenegro

**JAIME ANDRÉS PÉREZ COTRINO**  
Alcalde de Quimbaya

**CONSEJO DIRECTIVO  
CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DEL QUINDÍO**

**CARLOS ALBERTO SOTO RAVE**  
Gobernador del Quindío

**SEGUNDO JUAN FERNÁNDEZ CERÓN**  
Representante Presidencia de la República

**JUAN CARLOS CARRILLO**  
Representante Ministro del medio Ambiente

**CARLOS MARIO ÁLVAREZ MORALES**  
Alcalde de Armenia

**JUAN MIGUEL GALVIS BEDOYA**  
Alcalde de Salento

**ROSA PATRICIA BUITRAGO GIRALDO**  
Alcaldesa de Tebaida

**GUILLERMO ANDRÉS VALENCIA HENAO**  
Alcalde de Córdoba

**CARLOS EFREN GRANADA MADRID**  
Representante Entidades sin Ánimo de Lucro

**LUIS CARLOS SERNA**  
Representante Entidades sin Ánimo de Lucro

**JESÚS ANTONIO NIÑO SÁNCHEZ**  
Representante Sector Privado

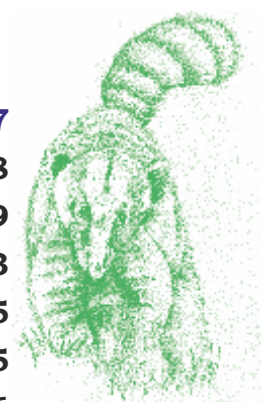
**CONSTANTINO RAMÍREZ BEDOYA**  
Representante de las Comunidades Indígenas

**JAIME MARÍN ARCE**  
Representante de las comunidades Afrocolombianas



## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                          | Pág.      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PRESENTACIÓN</b>                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>CAPÍTULO 1. FENOLOGÍA, ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE NUEVE ESPECIES FOCALES DE FLORA</b> | <b>9</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                                      | <b>10</b> |
| <b>ASPECTOS FENOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES FOCALES DE FLORA</b>                | <b>12</b> |
| <i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez. (Laurel comino)                                     | 12        |
| <i>Cattleya quadricolor</i> Lindl. (Azucena)                                             | 15        |
| <i>Genipa americana</i> L. (Jagua)                                                       | 19        |
| <i>Juglans neotropica</i> Diels. (Cedro)                                                 | 23        |
| <i>Polylepis sericea</i> Wedd. (Colorado)                                                | 27        |
| <i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) (Pino colombiano)                  | 30        |
| <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl. (Roble)                                                 | 34        |
| <i>Syagrus sancona</i> H. Kars. (Palma sancona)                                          | 38        |
| <i>Wettinia kalbreyeri</i> (Burret) R. Bernal. (Palma macana)                            | 41        |
| <b>ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LAS ESPECIES FOCALES DE FLORA</b>           | <b>44</b> |
| <b>CAPÍTULO 2. MASTOFAUNA Y AVIFAUNA</b>                                                 | <b>47</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                                      | <b>48</b> |
| <b>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b>                                                       | <b>49</b> |
| <b>METODOLOGÍAS PROPUESTAS</b>                                                           | <b>53</b> |
| <b>COMPONENTES MAMÍFEROS</b>                                                             | <b>55</b> |
| <b>MÉTODOS DIRECTOS</b>                                                                  | <b>55</b> |
| <b>MÉTODOS INDIRECTOS</b>                                                                | <b>56</b> |
| <b>COMPONENTE AVES</b>                                                                   | <b>56</b> |
| <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICOS</b>                                                             | <b>57</b> |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                        | <b>58</b> |
| <b>COMENTARIOS FINALES</b>                                                               | <b>67</b> |





|                                                                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 3. VALORANDO LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL<br/>POR MEDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS<br/>FISICOQUÍMICOS EN LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS</b>                | <b>79</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                                                                                                                                         | <b>80</b>  |
| <b>¿CÓMO SE ESTUDIÓ LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL<br/>DE LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS DE LAS ÁREAS<br/>PROTEGIDAS DE LA CRQ?</b>                                                      | <b>82</b>  |
| <b>GEORREFERENCIACIÓN</b>                                                                                                                                                                   | <b>82</b>  |
| <b>MUESTRAS BIOLÓGICAS</b>                                                                                                                                                                  | <b>83</b>  |
| <b>ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS</b>                                                                                                                                                             | <b>84</b>  |
| <b>OTROS ANÁLISIS EMPLEADOS</b>                                                                                                                                                             | <b>86</b>  |
| <b>¿QUÉ SE ENCONTRÓ, Y QUÉ FUE LO MÁS SIGNIFICATIVO DE<br/>LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA POR<br/>MEDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS<br/>FÍSICO-QUÍMICOS?</b> | <b>88</b>  |
| <b>MUESTRAS BIOLÓGICAS</b>                                                                                                                                                                  | <b>90</b>  |
| <b>ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS</b>                                                                                                                                                             | <b>101</b> |
| <b>COMENTARIOS FINALES</b>                                                                                                                                                                  | <b>104</b> |
| <b>GLOSARIO</b>                                                                                                                                                                             | <b>105</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                                                                                                                                                         | <b>106</b> |

## PRESENTACIÓN

La Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), tiene como misión conservar, proteger, recuperar y administrar los recursos y ecosistemas naturales y su relación con los sistemas culturales, en el ámbito local, regional y global, con dedicación, conocimiento y transparencia a través de procesos de formación, participación social, ordenamiento y articulación del SINA, en busca de un ambiente sano y un desarrollo sostenible, para aportar a una mejor calidad de vida de las generaciones presentes y futuras y al disfrute que ellas hagan de su entorno. La jurisdicción de la CRQ corresponde al departamento del Quindío, el cual está dividido en cinco unidades de manejo de cuencas – UMC y dos unidades de escurrimiento directo al río la Vieja. Partiendo de este contexto territorial y ecosistémico, la Corporación tiene definidas sus competencias y responsabilidades entre las que se incluye el promover el desarrollo sostenible, desde esta competencia, la CRQ cuenta con doce áreas de Conservación y Manejo, las cuales se encuentran localizadas en la parte alta de las cuencas hidrográficas que son ambientalmente estratégicas para el departamento del Quindío.

Es por esto, que la CRQ ha formulado el proyecto denominado *“Mejoramiento Ambiental de las Áreas de Conservación y Manejo de la Corporación Autónoma Regional del Quindío”*. Y ha unido esfuerzos, técnicos, administrativos, operativos y financieros para monitorear los principales componentes naturales de las áreas protegidas de la entidad, y de esta manera, aportar a la conservación y conocimiento de la biodiversidad y la oferta ambiental en el departamento del Quindío, es así, como en el año 2015 se firmó el Convenio de Cooperación No 031 entre la CRQ y la Corporación Ambiental, Cultural y Social - TIBOUCHINA que tiene como objetivo general *“Disminuir la Vulnerabilidad Frente a Efectos Naturales y Antrópicos de los Ecosistemas e Infraestructura Presentes en las Áreas de Conservación y Manejo de la Corporación Autónoma Regional del Quindío”*.

Para ello, la Corporación planteó realizar estudios de fenología, ecología y propagación *in situ* de flora que presentara algún grado de amenaza para cada una de las áreas de conservación; realizar inventarios y monitoreo de la mastofauna al igual que la avifauna y/o especies objeto de conservación presentes en las áreas de conservación; y, realizar análisis de la calidad de agua de las fuentes hídricas de las áreas de conservación mediante el análisis biológico (macroinvertebrados acuáticos) y análisis físico – químico.

**1**

# **FENOLOGÍA, ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE NUEVE ESPECIES FOCALES DE FLORA**

**Investigador Principal  
Andrés Felipe Orozco Cardona**

**Coinvestigador: Edison Marín Londoño**



*Cattleya quadricolor*

## INTRODUCCIÓN

Este estudio está enmarcado desde la Fenología y por lo tanto se debe abordar entendiéndolo como un campo del conocimiento o una subdisciplina de la ecología, encargada del estudio de la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos. Sin embargo, debe reconocerse que el término también es utilizado ampliamente para referirse al comportamiento temporal mismo, de modo que se habla de la fenología foliar de una especie, de la fenología reproductiva de un gremio, etc. (Gentry 1974, Grubb 1977, Stiles 1977, Morellato & Leita-Filho 1996).

Los procesos reproductivos se repiten con regularidad de la misma manera para cada especie y están sujetos a un ritmo particular, llamado el “Ritmo Fenológico”, que determina el tiempo de germinación de las semillas, la duración y crecimiento del tallo, el brotar de las hojas y su caída, la floración, el desarrollo y maduración de los frutos, semillas y su liberación (Dugand, 1978).

Para el adecuado entendimiento de las estrategias adaptativas y reproductivas de las especies, es necesario conocer sus ciclos biológicos y reproductivos a lo largo del tiempo como respuesta a sus propios procesos fisiológicos y a las condiciones climáticas, procesos que son conocidos como los ciclos fenológicos y que son objeto de estudio de la fenología.

El entendimiento de dichos ciclos no solo nos permite conocer las épocas de producción de semillas necesarias para la propagación de las especies, sino que, además, nos permitirá conocer la interacción de estas con la fauna asociada y las respuestas de las especies a los cambios climáticos que se viene dando en los últimos tiempos y en particular el calentamiento global, como resultado de la alteración de las condiciones ambientales del planeta por causa del hombre. Las fases que se están evaluando de los procesos fenológicos de las nueve especies vegetales son: floración, fructificación, defoliación, brotación de hojas.

Para la ejecución de esta investigación se escogió como temática la evaluación de los procesos cíclicos biológicos (fenología) de estas especies, en donde se estableció la temporalidad de las fases reproductivas y vegetativas, para tener a futuro una relativa predictibilidad de cada una de las fases, ya sea para coleccionar semillas, visualizar floración o reconocer sus hojas en proceso de brotación.

## Diseño del método de muestreo para el estudio fenológico

Para los registros y evaluaciones fenológicas se siguieron los lineamientos propuestos por Fournier & Charpentier (1975), para bosques tropicales; se realizaron observaciones fenológicas y toma de datos cada quince días (15) calendario a cada una de las especies evaluadas; los seguimientos se hicieron de manera visual directa e individual y con ayuda de binoculares.



Los datos observados y cuantificados se hicieron para las siguientes fases:

- **Caída de follaje:** este fenómeno se inicia cuando se presenta la defoliación ó perdida del follaje, su observación debe hacerse hasta la terminación completa de la fase, lo cual puede significar la pérdida total de las partes vegetativas ó en algunos casos puede ser solo parcial.
- **Brotación de follaje:** consiste en el proceso de formación de hojas nuevas y se termina cuando las hojas en la totalidad del árbol hayan alcanzado su tamaño normal. La brotación ocurre cuando ha terminado completamente la caída de follaje o en ocasiones puede darse en forma paralela a esta.
- **Floración:** incluye todo el proceso de desarrollo de una flor, es decir, desde botón hasta flor adulta, sin diferenciar dichos estadíos.
- **Fructificación:** incluye desde frutos inmaduros hasta maduros, sin diferenciar dichos estadíos.



La cuantificación de cada fenofase se realizó mediante estimación del porcentaje de la copa que presenta el fenómeno, trasladando a una escala que varía entre 0 y 4.



0 = Ausencia del fenómeno observado

1 = Presencia del fenómeno con una magnitud entre 1 y 25%

2 = Presencia del fenómeno con una magnitud entre 26 y 50%

3 = Presencia del fenómeno con una magnitud entre 51 y 75%

4 = Presencia del fenómeno con una magnitud entre 76 y 100%.



ASPECTOS FENOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE LAS ESPECIES FOCALES DE FLORA

Fenología de *Aniba muca* (Ruiz & Pav.) Mez .

Fases fenológicas del Laurel comino

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.1. *Aniba muca*

**Distribución local:** El laurel comino es una especie muy escasa en el departamento del Quindío, se encuentran 3 individuos máximo por localidad; esta especie hace presencia en los municipios de Circasia, Pijao y Calarcá.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se localizan en: El municipio de Circasia entre los 1520 y 1570 msnm (N 4° 39'12.3" W 75°37 08.7", 1 individuo;N 4° 36'23.47" W 75°41' 25.1", 2 individuos) vereda Barcelona Baja; en el municipio de Pijao a 3450 msnm (N 4° 17'2" W 75°36' 57,2", 2 individuos) área de conservación El Tapir, a 1587 msnm (N 4° 17'57.65" W 75°43 55.3", 1 individuo) vereda La Mariela; en el municipio de Calarcá a 1503 msnm (N 4° 29' W 75° 39', 2 individuos) vereda Quebrada Negra.

**Descripción de la planta:** Árbol de hasta 20 m de altura, dioico. Hojas simples, alternas lanceoladas a elípticas, ápice acuminado coloración sericea a parda en el envés, entre 6-20 cm de longitud y 4-5 de ancho, peciolo de hasta 1.5 cm de longitud. Inflorescencias axilares cortas; flores de hasta 2mm, de pedicelo muy corto. Frutos elipsoidales de 2-2.5 cm, cúpula profunda y amplia.



## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** Durante los meses de menor precipitación, especialmente enero, febrero y marzo, hay más actividad en la caída y brote de hojas.

**Brotación de follaje:** Es una especie perennifolia ya que todo el tiempo permanece con buen follaje. La brotación de hojas en la mayoría de los individuos no supera el 40% del total de la copa.

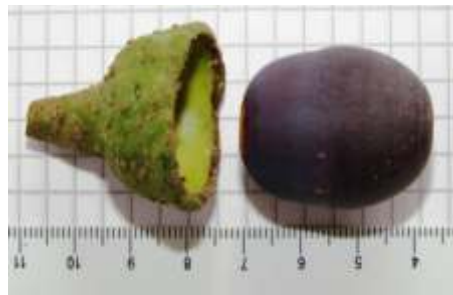
**Floración:** La floración se ha registrado para el mes de noviembre hasta principios de enero, algunos individuos, según reporte de campesinos, florecen cada dos o tres años.

**Fructificación:** Esta fase se ha registrado para el mes de febrero, los frutos son escasos, los individuos producen en baja cantidad, los frutos tardan entre tres y cuatro meses para completar su desarrollo y madurar.

**Aspectos ecológicos:** Con respecto a la fauna asociada se evidencio que las semillas son dispersadas por aves y mamíferos.



A

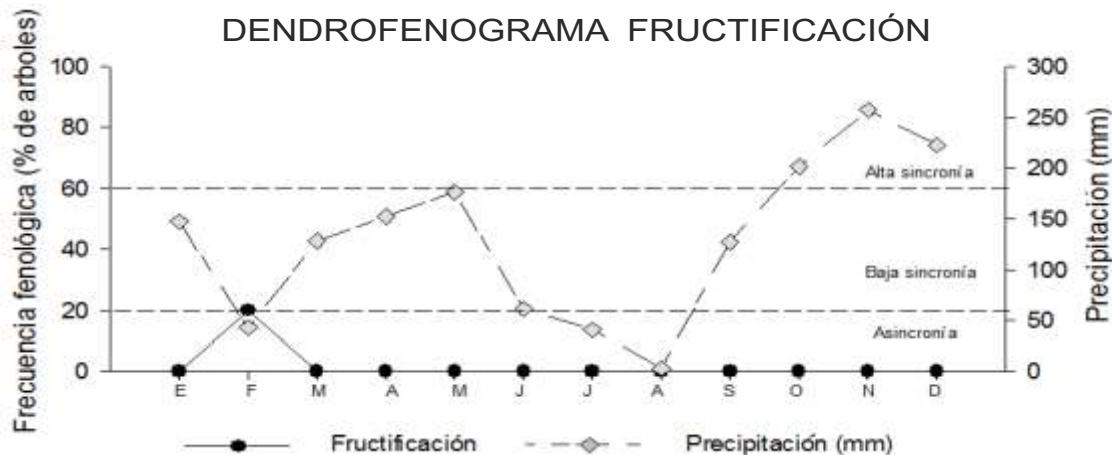


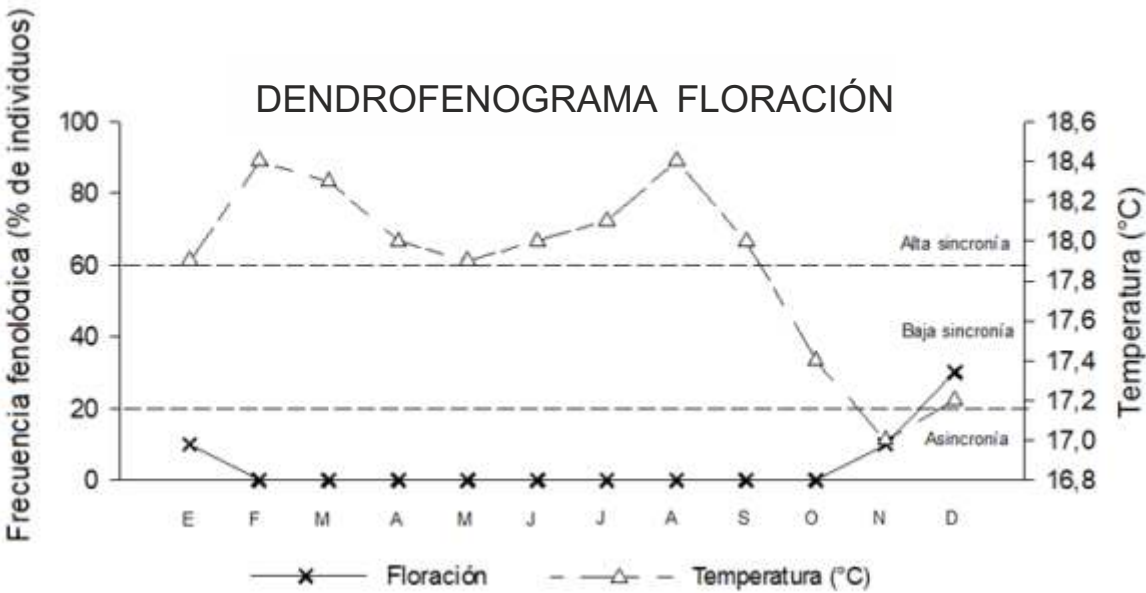
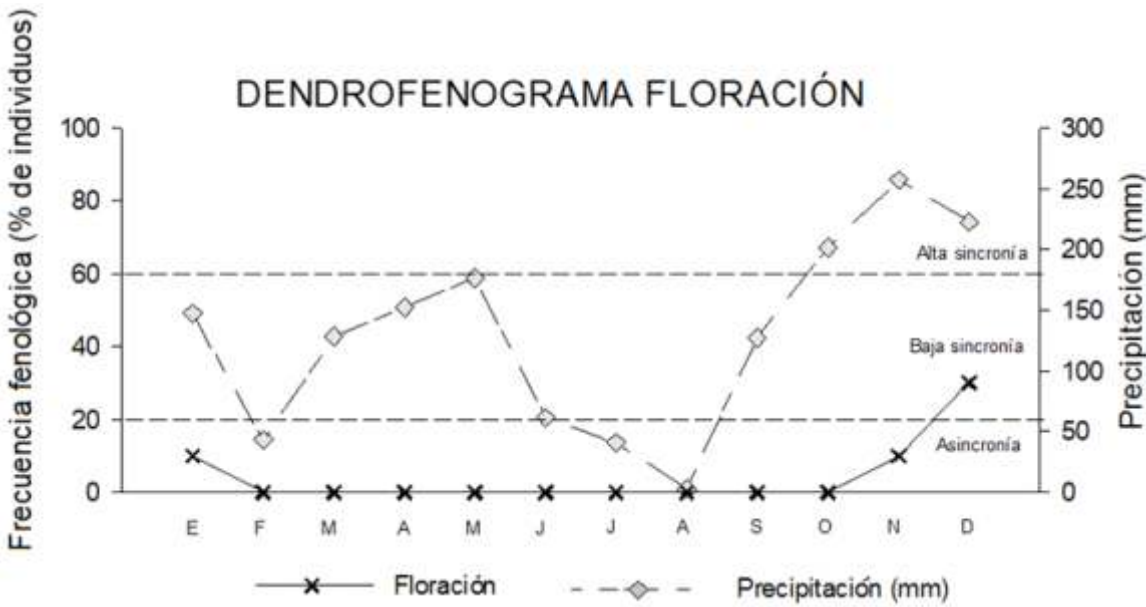
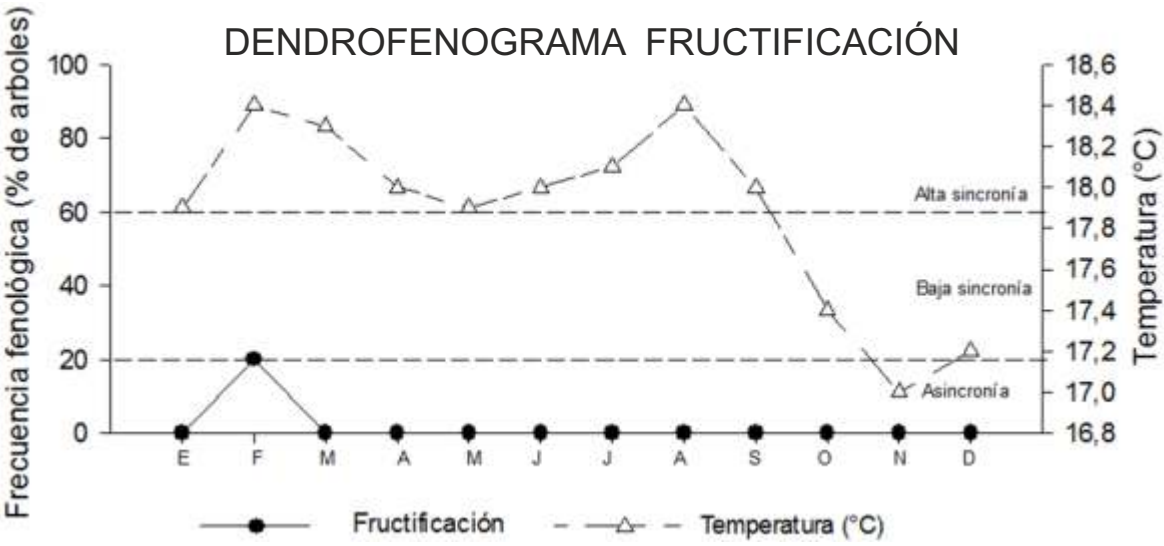
B



C

Figura 1.2. Flores (A) Frutos (B y C) de *Aniba muca*. Fotos tomadas por Ricardo Elías Vega





## Fenología de *Cattleya quadricolor* Lindl.

Fases fenológicas de la Azucena

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.3. *Cattleya quadricolor*

**Distribución local:** Esta especie de orquídea hace presencia en zonas cálidas; es epífita de árboles de gran porte, generalmente por encima de los 20 m de altura. En el Quindío se encuentra de manera natural principalmente en Quimbaya en el bosque El Ocaso, y en menor medida en Montenegro; también se encuentran individuos de exhibición en el Jardín Botánico del Quindío en el municipio de Calarcá.

**Localización de los individuos:** Los individuos monitoreados se encuentran en el municipio de Quimbaya entre los 985 y 1005 msnm (N 04° 35' 16,4" W 75° 51' 33,4", 4 individuos) Reserva Natural La Montaña del Ocaso, en el municipio de Calarcá a 1530 msnm (N 04° 30' 39.1" W 075° 35' 03.0" 5 individuos) Jardín Botánico del Quindío.

**Características de la planta:** Epífita, tamaño medio entre 21.5 y 22.5 cm de altura, comprendida en un único pseudobulbo. Unifoliada, verde oscuro de 30 cm, flexible. Flor campanulada fragante de hasta 4 flores por tallo, color principal blanco, rosado, amarillo y morado.

## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** Este evento se presenta aproximadamente dos meses después de que se da la maduración de una hoja en estado de brotación; el tiempo estimado en completar la senescencia es de 1 mes aproximadamente, proceso el cual, es sincrónico con el surgimiento de un nuevo brote foliar.

**Brotación de follaje:** Saca un nuevo brote a finales de febrero o principios de marzo y completa el crecimiento a principios del verano. Normalmente hace un segundo crecimiento tan pronto como el primero se completa.



**Floración:** Las flores son muy fragantes, se producen solo de dos a cuatro en un tallo. Campanuladas, no abren completamente, sus pétalos y sépalos son muy exuberantes. El color principal de la flor es blanco, rosado, amarillo y morado, aunque se encuentra una variedad solo blanca con amarillo conocida como semialba, es notable por sus flores de anchos pétalos, los cuales realmente se tocan o traslapan, sus flores están siempre abriéndose. Presenta dos floraciones anuales, la primera de mayo a junio con una frecuencia muy baja, la segunda, da inicio para octubre, aumentando paulatinamente para el mes de noviembre, y extendiéndose hasta el mes de diciembre; aunque pueden presentarse floraciones esporádicas durante todo el año en algunos individuos.



**Fructificación:** Inicia en el mes de noviembre donde se da de manera simultánea con una segunda floración. Posteriormente la recolección de semillas se registra en el mes de enero. El fruto de las orquídeas es una cápsula, las semillas son muy numerosas y diminutas, tanto así que el viento se encarga de dispersarlas como si fuesen esporas. El albumen (sustancia de reserva) está prácticamente ausente en sus semillas. Existe una gran diversidad de semillas. En general son extremadamente pequeñas (0.3 - 0.5 mm), y se producen en cantidades muy grandes, que van desde varios miles hasta algunos millones en cada cápsula. La semilla consta de una testa gruesa, que encierra un embrión formado por unas doscientas células. La cubierta tiene un aspecto exterior característico en forma de red.

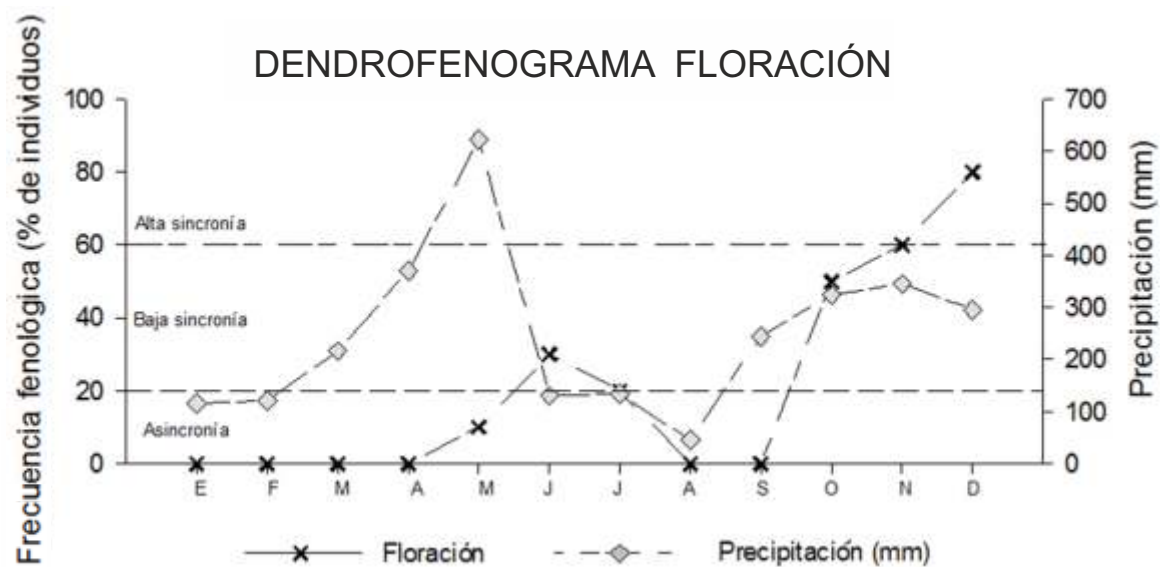
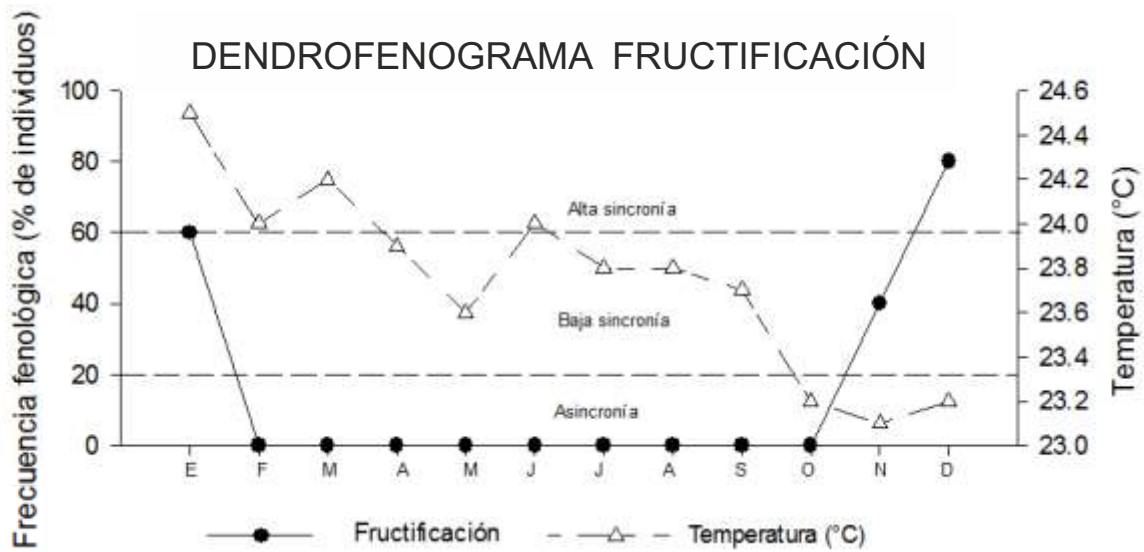
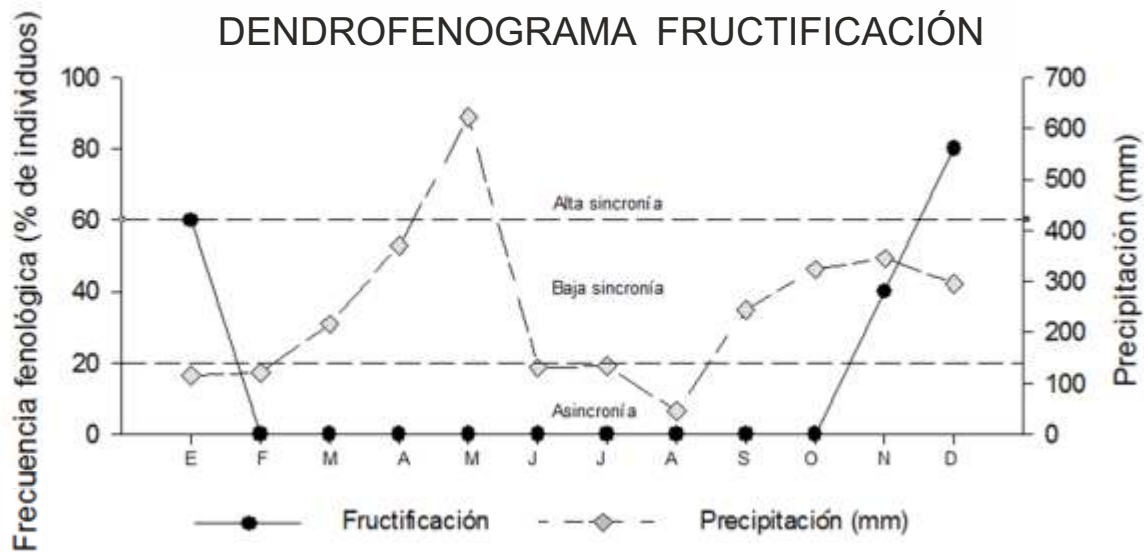


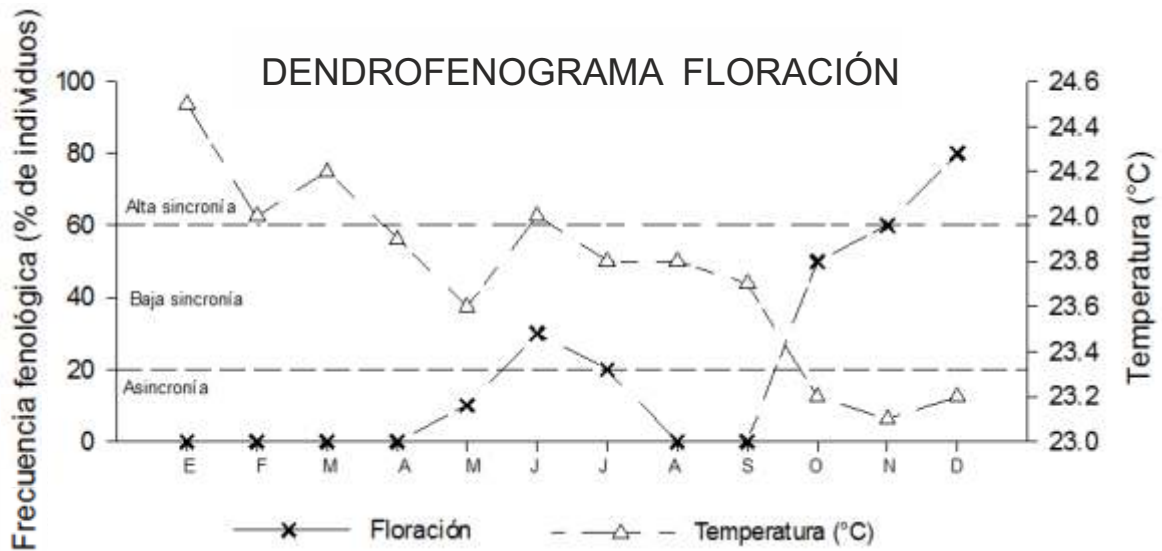
**Aspectos ecológicos:** La polinización se produce por medio de insectos (como las avispas) o aves, de manera altamente específica (Chadwick, 2001).



**Figura 1.4.** Flor (A), Hábito (B) y (C) Fruto de *Cattleya quadricolor*.







**Reproducción y crecimiento:** Chadwick (2006) subraya que *C. quadricolor* es considerada como una de las especies del grupo de catleas de flor grande, más fácil de cultivar, con una fuerte resistencia a la pudrición de la raíz y una tolerancia a medios húmedos mayor que cualquier otra especie de *Cattleya* de flor grande. También recomienda su resiembra después de la floración, tan pronto como aparezcan nuevos meristemas en los pseudobulbos.

Withner (1988) sostiene que la propagación de *Cattleya* es llevada a cabo de manera vegetativa a través de los pseudobulbos, principalmente para el establecimiento de plantas adultas y variedades deseables. Al menos dos o tres pseudobulbos deben quedar después de efectuar el corte para formar una nueva planta. Hay que constatar previamente, que existan meristemas viables en la base de al menos uno de los pseudobulbos.

Un factor adicional para desarrollo de la nueva planta es la existencia de raíces funcionales en la sección posterior del rizoma. Esta fue la forma más usada para propagar esta especie antes del desarrollo de las técnicas de propagación in vitro. La propagación a partir de semillas se hace de manera in vitro, es decir, bajo condiciones controladas de asepsia, luz y temperatura, en donde se aporta un medio con nutrientes el cual hace las veces de sustrato durante los primeros estados de desarrollo.

## Fenología de *Genipa americana* L.

Fases fenológicas de la Jagua

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.5. *Genipa americana*

**Distribución local:** La jagua es una especie de zonas de altitud media; en el departamento del Quindío se encuentra en los municipios de Calarcá, Tebaida, Montenegro, Quimbaya, Armenia y Pijao.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se encuentran ubicados en el municipio de Calarcá entre los 1570 y 1590 msnm (N 04° 30'36", W 075° 39', 6", 1 individuo; N 04° 30'40", W 075° 39', 8", 2 individuos) Jardín Botánico del Quindío; en el municipio de Quimbaya a los 1000 msnm (N 04° 35'26.56", W 075° 51' 30.64", 2 individuo) Reserva Natural La Montaña del Ocaso.

## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** Esta fase tiene una duración aproximada de un mes, se inicia con un amarillamiento del follaje, seguido por resequedad y la posterior caída del mismo. La pérdida de follaje es generalizada quedando los árboles completamente defoliados por un lapso de 3-5 días. En ocasiones esta fase es inducida por una herbivoría intensa que afecta a toda la copa del árbol.

**Brotación de follaje:** Se presenta en la zona apical de las ramas, cada hoja viene acompañada por una bráctea triangular de 1-2 x 0.5 cm, cuando la hoja esta joven la bráctea es del mismo color, verde claro, una vez que las hojas se han desarrollado adquiere un color verde oscuro la bráctea se seca y se cae. Una vez el proceso de brotación está en un 80% empieza a formarse los botones florales.



**Floración:** Cada inflorescencia tiene una duración de 2 a 3 meses para su desarrollo, las flores se disponen hacia el ápice de las ramas en un número de 6 -10 botones por inflorescencia. La floración no se da de manera sincrónica en toda la planta, ocurre periódicamente cada 3 - 4 meses y en distintas ramas por lo cual un individuo puede presentar flores durante gran parte del año.

**Fructificación:** Se presenta durante todo el año, un mismo individuo puede poseer frutos en todos los estados de crecimiento como consecuencia de la periodicidad en la floración y de la larga durabilidad de los frutos.

**Aspectos ecológicos:** Un análisis de la morfología de la flor y del desarrollo que va presentando a medida que madura permite proponer que la autopolinización sea el mecanismo de reproducción en esta especie, pues el desarrollo de los estambres y del gineceo se da de forma similar y simultánea.

Existe evidencia (mordiscos y rasguños en el estigma y los pétalos) de que murciélagos puedan tener incidencia en la polinización, sin embargo, esto no ha sido confirmado plenamente.

Con respecto a la Fauna asociada, se registran insectos, solo se ha observado evidencia de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*) que consume el follaje y los frutos de esta especie.



A



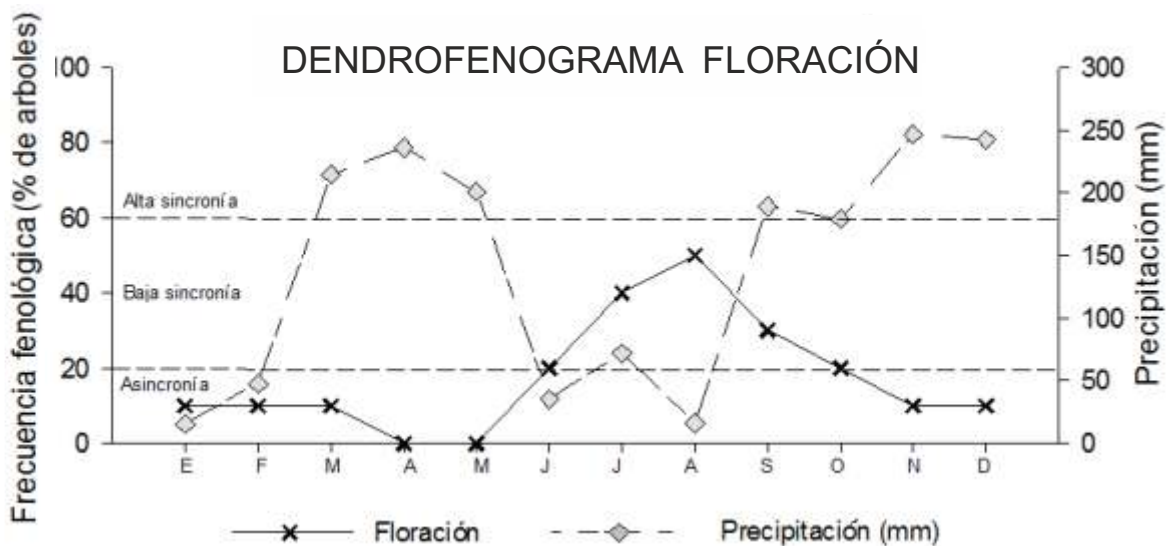
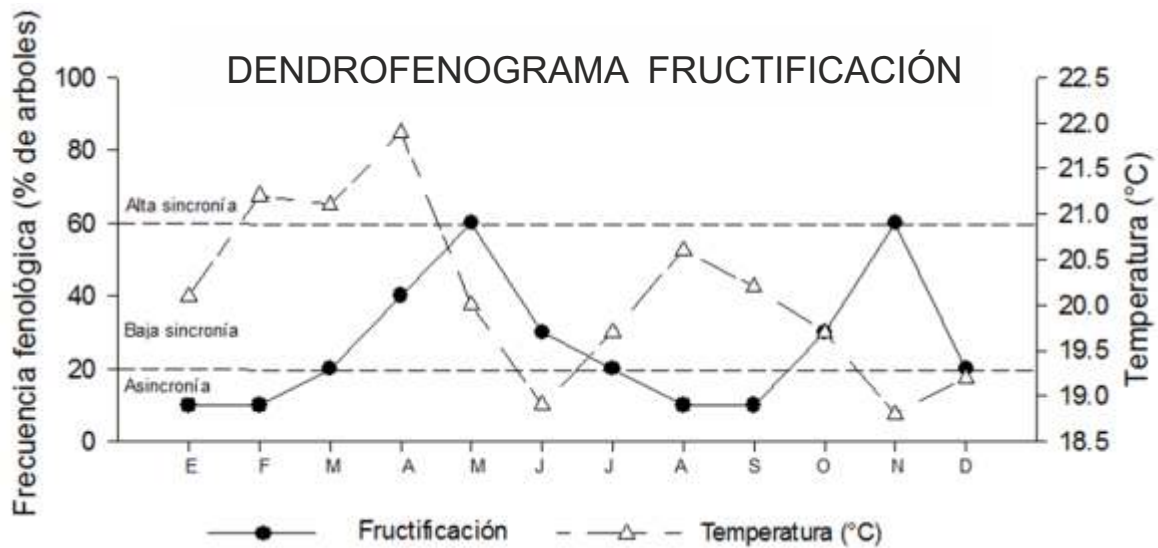
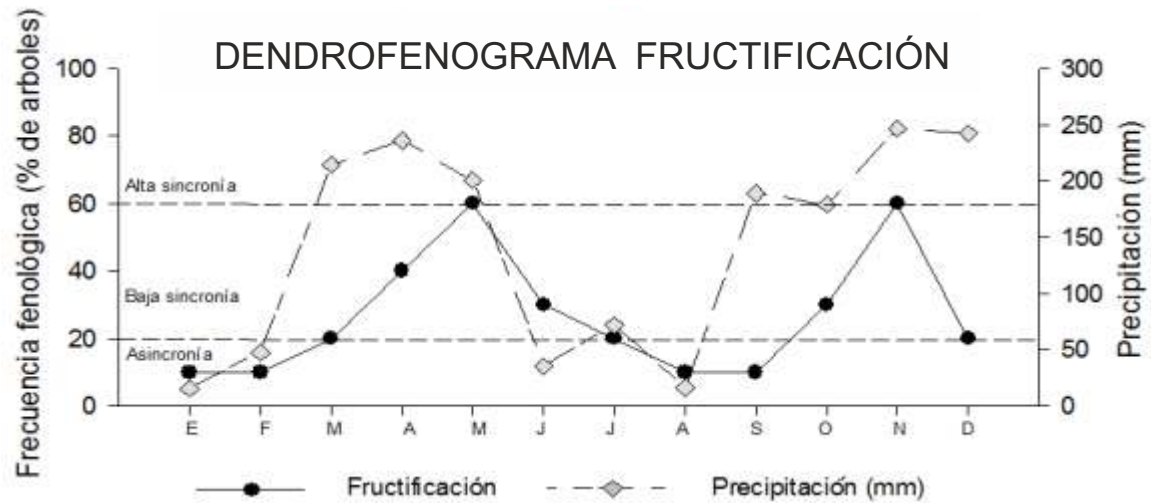
B

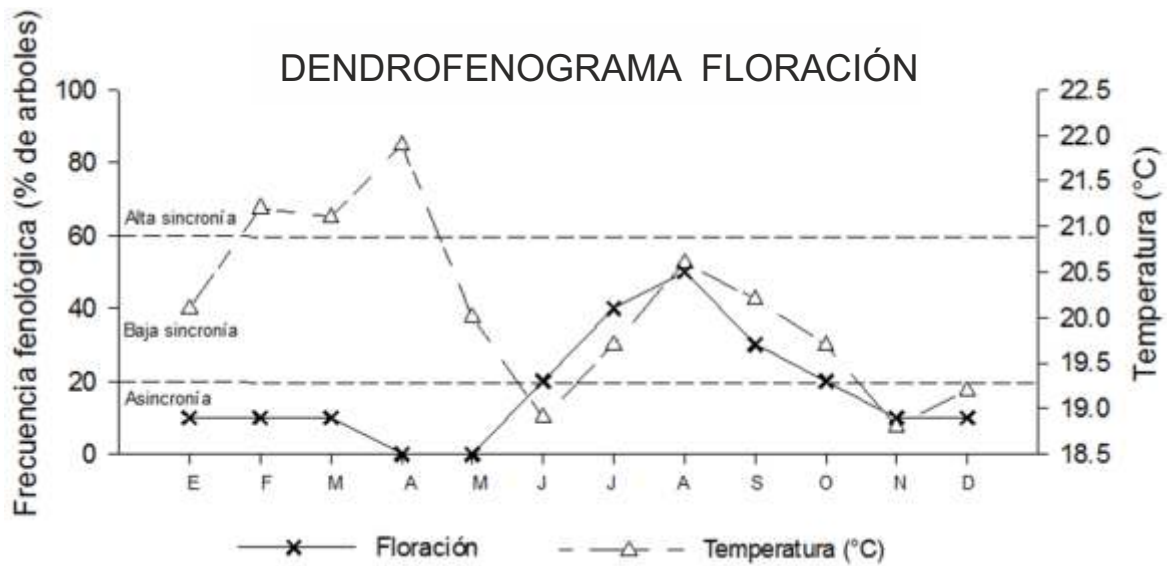


C

**Figura 1.6.** Flores (A), frutos (B) y desarrollo del fruto (C) de *Genipa americana*.







**Estado de maduración del fruto:** Los frutos maduros de *G. americana* presentan un color café-parduzco en la totalidad del fruto y líquenes de color blanquecino en el exocarpo. Tienen una consistencia blanda al tacto, pero no se abren con facilidad. El olor es agrio y fuerte. Cuando el fruto está maduro carece de sustancias colorantes.

En estado inmaduro el fruto posee un derivado de la genipina que al reaccionar con proteínas en presencia de oxígeno produce un pigmento azul (Renhe, 2008). El número de semillas por fruto es aproximadamente de 50-350; con un promedio de 170 semillas. Éstas se encuentran envueltas por fibras internas del mesocarpo, las cuales presentan color amarillo-blanquecino. El tamaño óptimo de los frutos maduros para la colecta en el Quindío, de la especie *G. americana* es: Ancho 6,57-8,19 cm y largo 9,9-13,23 cm.

**Propagación:** La germinación es rápida, se inicia a los 8-15 días después de la siembra y finaliza de 25 a 30 días después. La siembra se realiza en germinadores con un sustrato de arena desinfectada, colocando la semilla a una profundidad de 1.5 a 2.0 cm y cubriéndola con una capa fina de tierra desinfectada.



**Figura 1.7.** Frutos Inmaduros (A), Germinación (B) y Semillas (C) de *Genipa americana*.

## Fenología de *Juglans neotropica* Diels.

### Fases fenológicas del Cedro

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.8. *Juglans neotropica*

**Distribución local:** El Cedro comprende una amplia distribución en el Quindío, haciendo presencia en los municipios de Salento, Circasia, Filandia, Pijao y Calarcá.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se encuentran ubicados en el municipio de Filandia entre los 2030 y 2066 msnm (N 04° 39' 58.4", W 75° 36' 43.4", 2 individuos; N 04° 37' 33.7", W 75° 27' 27.6", 3 individuos) área de conservación Bremen – La Popa; en el municipio de Salento entre los 2568 y 2927 msnm (N 04° 37' 48.4", W 75° 28' 6.1", 1 individuo, N 04° 40' 03.36", W 75° 36' 30.6", 3 individuos) área de conservación: Estrella de Agua.



**Descripción de la planta:** Árbol de 20 a 30 m, corteza gris oscuro, áspera, acanalada. Hojas compuestas, alternas, imparipinnadas, de 25 a 40 cm de largo, 9 a 17 folíolos lanceolados, de 6 a 10 cm de largo y 2.5 de ancho, aserrado, ápice acuminado, haz verde oscuro, envés verde pubescente. Inflorescencias masculinas en amentos péndulos con estambres numerosos; flores femeninas de ovario ínfero. Fruto drupa, color pardo a negro, pedúnculo corto, mesocarpo carnoso y endocarpo leñoso.



## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** Es una especie caducifolia, pierde totalmente el follaje en época seca, el nuevo follaje inicia cuando empiezan a emerger los amentos florales masculinos, los cuales ocurren en el mes de octubre y permanecen en los individuos durante todo el periodo de formación y maduración de los frutos.

**Brotación de follaje:** Inicia cuando ya los árboles tienen frutos en formación, se da en época seca.

**Floración:** La especie *Juglans neotropica* inicia la floración en el mes de julio y alcanza su máxima intensidad en el mes de agosto, declina en el mes de octubre, experimentando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde noviembre hasta junio, donde no se observó individuos en floración. Ocurre de forma muy sincrónica, una vez al año, todos los individuos lo hacen simultáneamente. Se produce en épocas de lluvia (octubre). Entre la producción de flores y los procesos de maduración y producción de frutos, pueden transcurrir entre 6-7 meses. La floración femenina es un poco más lenta que la masculina, apareciendo cuando los brotes de las hojas pasan de color rojizo a verde claro.

**Fructificación:** Los frutos maduros se han observado entre mayo y junio, pueden tardar en su proceso de maduración de 5–6 meses. Es común encontrar en el suelo frutos en muchos estados de desarrollo que son abortados.

Debido a la consistencia de la testa, se requiere someter a la semilla a algún tratamiento pre-germinativo. El tipo de germinación del cedro es semihipogea.

**Aspectos ecológicos:** Las semillas son dispersadas por roedores.



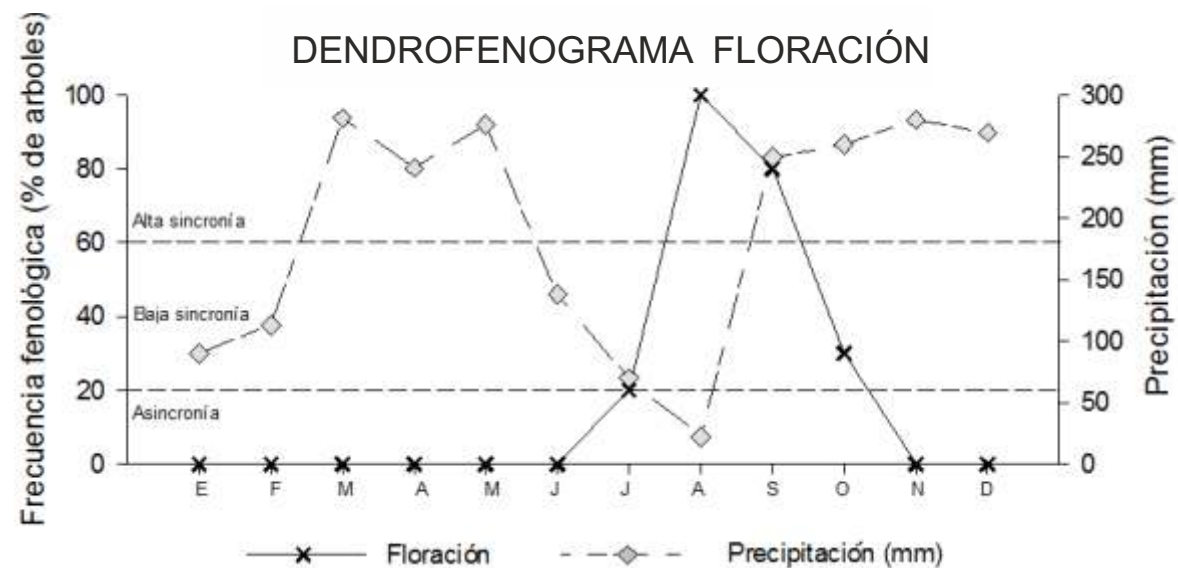
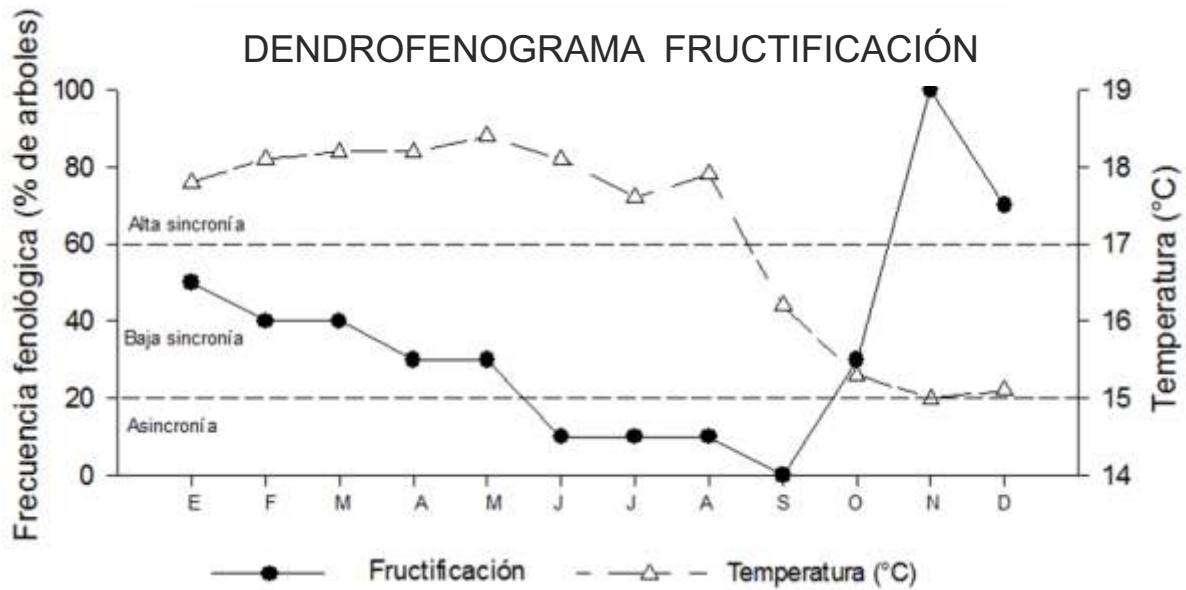
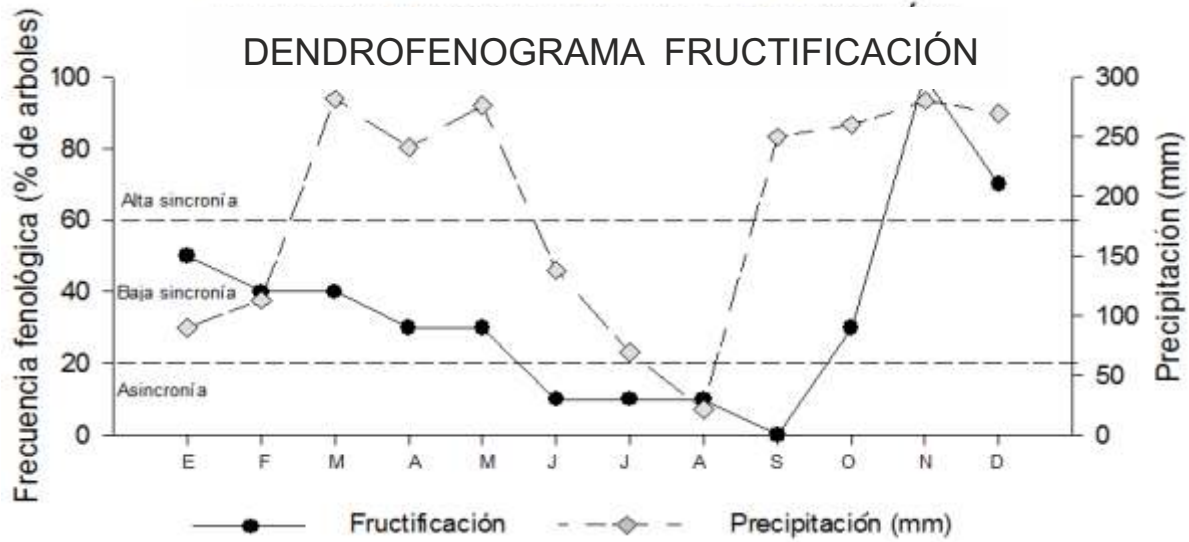
A

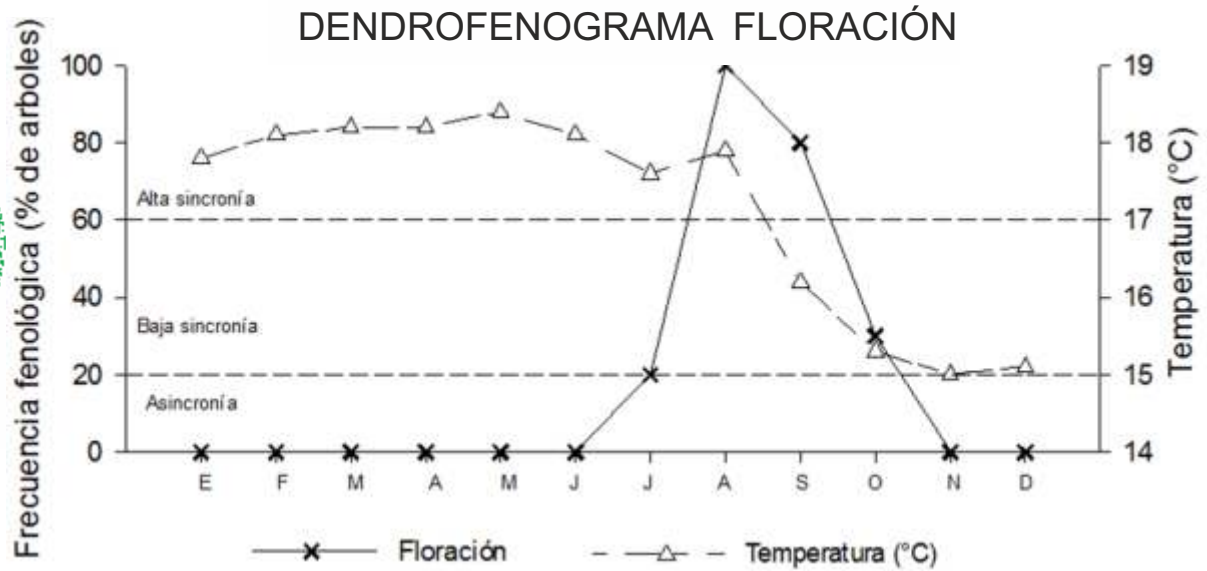


B

**Figura 1.9.** Flores (A) y frutos (B) de *Juglans neotropica*.







**Recolección:** debe hacerse una vez se garantice la madurez de los frutos, lo cual no es fácil de determinar a simple vista, debido a que los estados de maduración del fruto no son muy notorios. Los cambios van de verde-rojo a verde-amarillo.

El mejor momento para su recolección es cuando los frutos han caído al suelo, pero la recolección debe planificarse de tal manera que los frutos no permanezcan por mucho tiempo en contacto con el suelo pues son atacados tempranamente por descomponedores, además la semilla posee corta viabilidad.

Debido a las características de la semilla especialmente a la dureza de su testa, es necesario someterla a un tratamiento pregerminativo. La germinación es de tipo hipogea, se inicia de 23 a 48 días después de la siembra (previo tratamiento pregerminativo) y finaliza entre uno y dos meses más tarde.



Figura 1.10. Frutos *Juglans neotropica*.



## Fenología de *Polylepis serícea* Wedd.

### Fases fenológicas del Colorado

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.11. *Polylepis serícea*

**Distribución local:** En el departamento del Quindío el colorado se encuentra únicamente en el municipio de Salento en las reservas El Bosque y La Montaña.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se encuentran ubicados en el municipio de Salento entre los 3650 y 3800 msnm (N 04° 37' 1", W 75° 25' 11", 3 individuo; N 04° 37' 0", W 75° 25' 11", 1 individuo; N 04° 37' 0", W 75° 25' 10", 2 individuo) Páramo de Frontino.



**Características de la planta:** Arbusto de 2 a 5 m, ramas retorcidas y tallo color rojizo, corteza formada por superposición de abundantes capas delgadas coriáceas rojizas. Hojas imparipinnadas de 2 cm de largo y 1 cm de ancho, indumento con tricomas en los folíolos. Inflorescencias cimosas, pendulares, verdes a naranjas escarosas, flores de 0.5 a 1 cm de largo, estambres de color violeta a rojizo, ovario ínfero.

## FENOLOGÍA

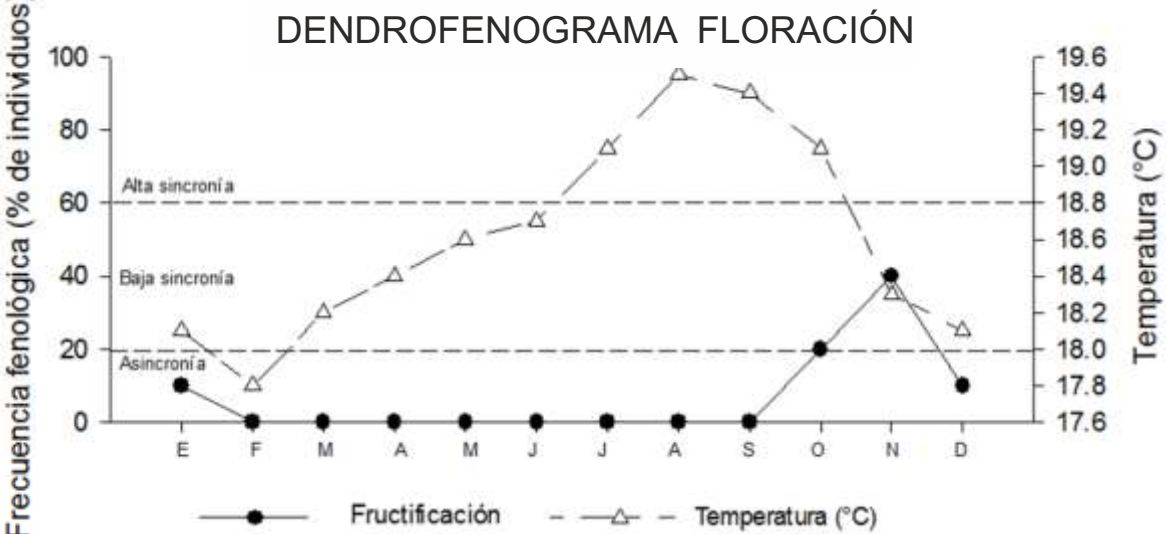
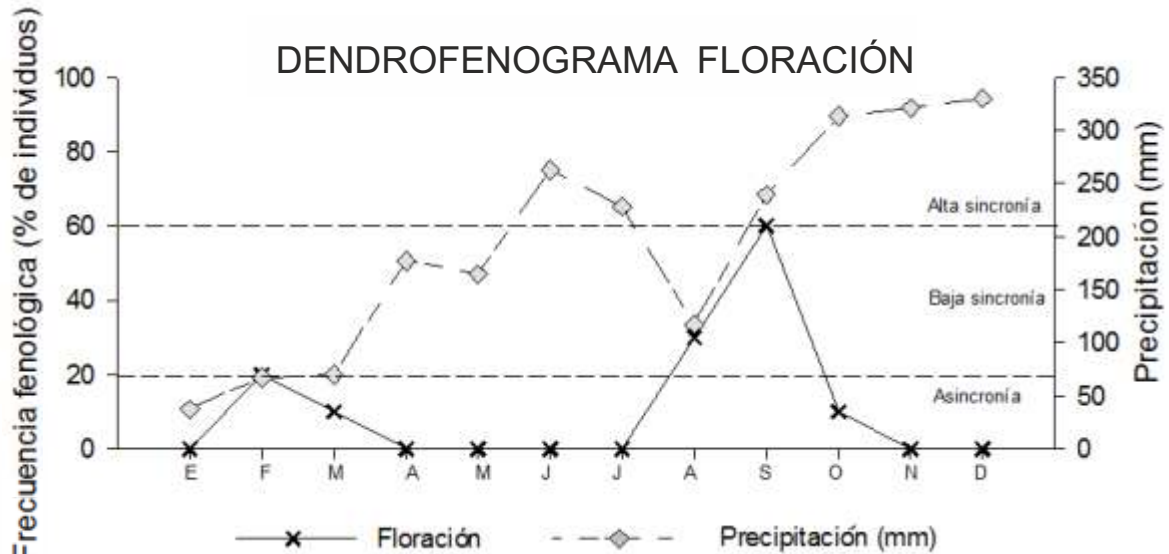
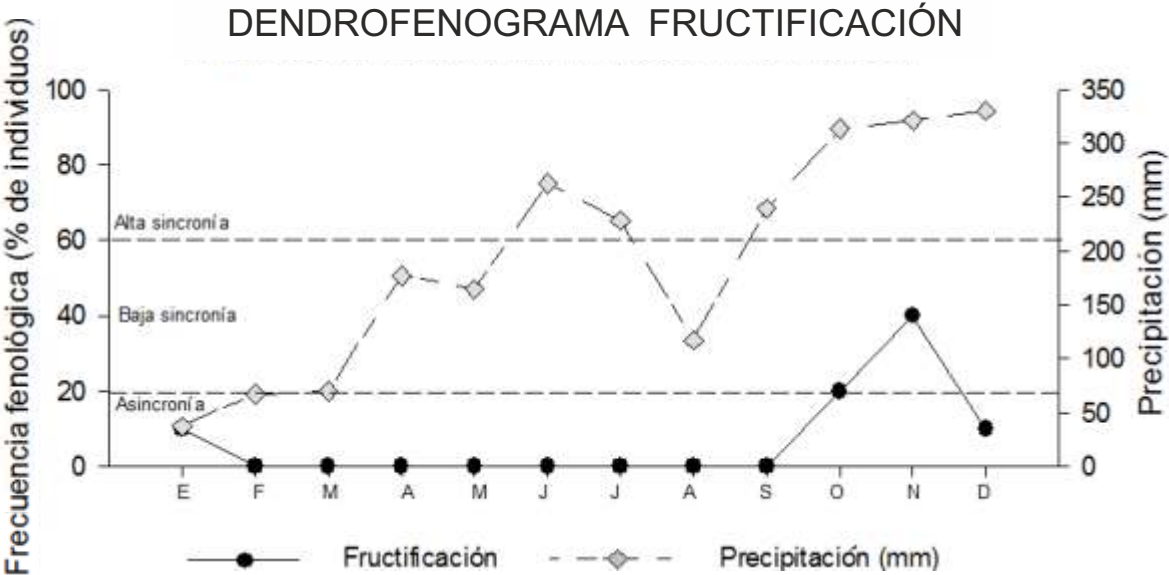
**Brotación de follaje:** El crecimiento de las hojas se da en la época húmeda y relativamente caliente.

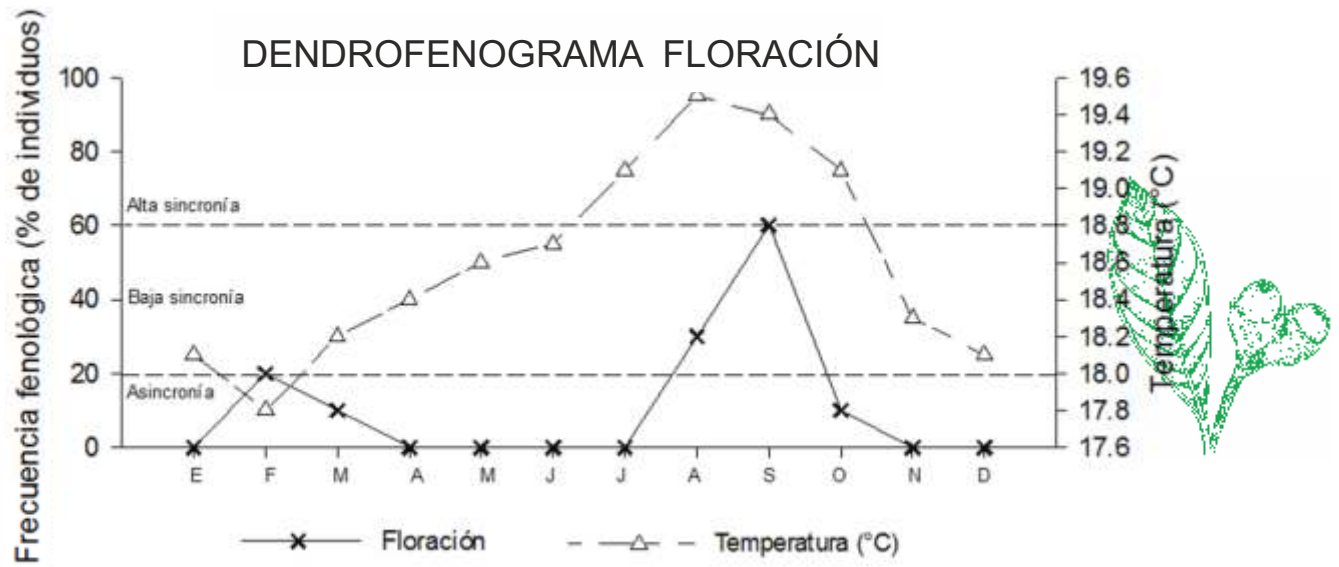
**Floración:** Ocurre principalmente en época seca (septiembre y febrero) su duración es de aproximadamente 2 a 3 meses.

**Fructificación:** Los frutos se dan en la época de mayores lluvias una vez al año (octubre a enero) con un pico de ocurrencia en noviembre.

**Aspectos ecológicos:** Se caracteriza por una polinización anemófila.







Fenología de *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) De Laub.

Fases fenológicas del Pino Colombiano

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.12. *Prumnopitys montana*

**Descripción de la planta:** Árbol de hasta 35 m de altura, dioicos. La corteza oscura, se desprenden escamas grandes. Hojas simples espiraladas, dispuestas dísticamente, lineares, oblicuas, ápice agudo, subpeciadas de 5,8 a 20 mm de longitud por 2 a 4 mm de ancho. Conos masculinos variables en abundancia, de 6 a 34 en ramas especiales, en la axila de una bráctea oval, de 0,5 a 6 mm de longitud por 0,2 a 2 mm de ancho. Cono femenino reducido al final de una pequeña rama foliar de 4 a 6 cm de longitud. Fruto globoso, de 11 a 16 mm de longitud por 7 a 11,5 mm de diámetro, con apículo aplastado, más largo en formas juveniles. Semilla ovoide globosa, de 6 a 14 mm de longitud por 4 a 9 mm de ancho (Marín, 1998).

**Distribución local:** En el Quindío, el Pino Colombiano o Pino Real se encuentra en el municipio de Salento en las fincas La Montaña, finca Las Mirlas, Morrogacho y La Sierra.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se encuentran ubicadas en el municipio de Salento, entre 2568 y 2927 msnm (N 04° 37' 37", W 75° 27' 12", 1 individuo; N 04° 37' 36.4", W 75° 27' 11.7", 1 individuo; N 04° 37' 34.6", W 75° 27' 10.7", 1 individuo; N 04° 37' 33.7", W 75° 27' 10.3", 1 individuo; N 04° 37' 9", W 75° 27' 55", 1 individuo; N 04° 36' 59", W 75° 25' 10", 1 individuo ) área de conservación Estrella de Agua; a 3005 msnm (N 04° 29' 04.1" W 075° 33' 15.7", 1 individuo) área de conservación Navarco; y a 3540 msnm (N 04° 37' 8", W 75° 27' 56", 1 individuos) Morrogacho.

## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** En cuanto a la defoliación también se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto.

**Brotación de follaje:** El pino es una especie perennifolia que permanece todo el año con follaje y cuyo brote y caída de hojas no superan el 25% del total de la copa. Los árboles constantemente renuevan sus hojas.

**Floración:** El mayor número de conos verdes se observó en los meses de abril y junio y en menor medida de septiembre a noviembre, este fenómeno esta asociado a las épocas de menor temperatura.

**Fructificación:** La fructificación se da durante todo el año, alcanzando su intensidad máxima en el mes de diciembre y declinando en el mes de abril.

**Estrategias de polinización:** Se reproduce por semillas su germinación es epigea, el principal agente dispersante son las aves y el agente polinizador es el viento. La gravedad juega un papel muy importante, ya que es usual encontrar un alto porcentaje cerca del árbol madre.

**Aspectos ecológicos:** Es una especie la cual no forma rodales donde sea dominante, pero compite por espacio en el dosel superior con especies de las familias Lauraceae (*Ocotea*), Ericaceae (*befarea*) Cunoniaceae (*Weinmania*). Está asociado a *Quercus humboldtii*, *Clusia alata*, *Clusia multiflora*. las semillas son dispersadas principalmente por aves, el desarrollo de la semilla es muy lento tardándose hasta 5 meses en madurar, hecho que ocurre en el mes de abril.

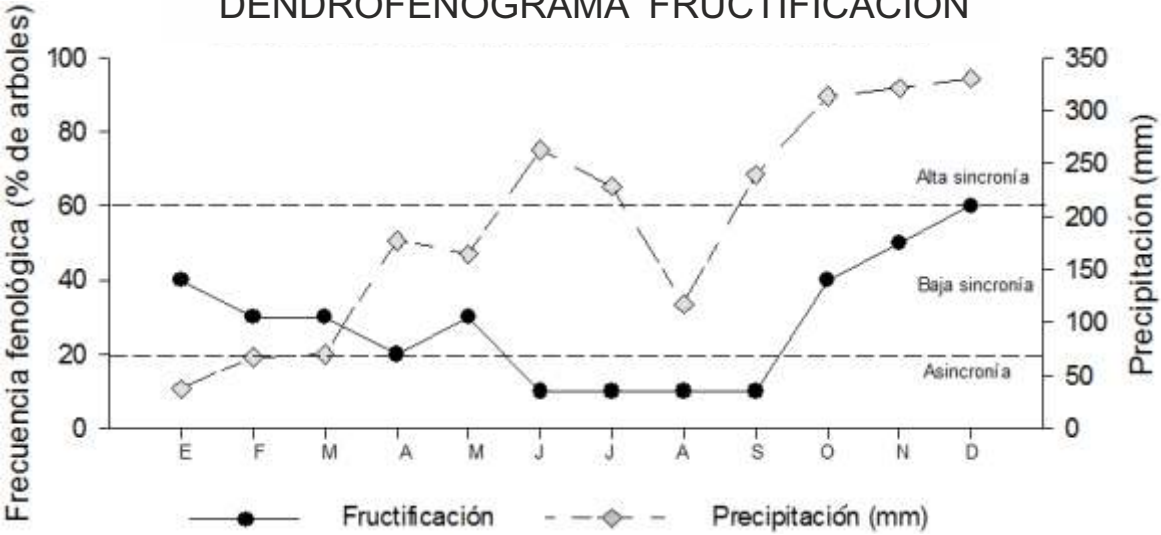


**Figura 1.13.** Frutos de *Prumnopitys montana*

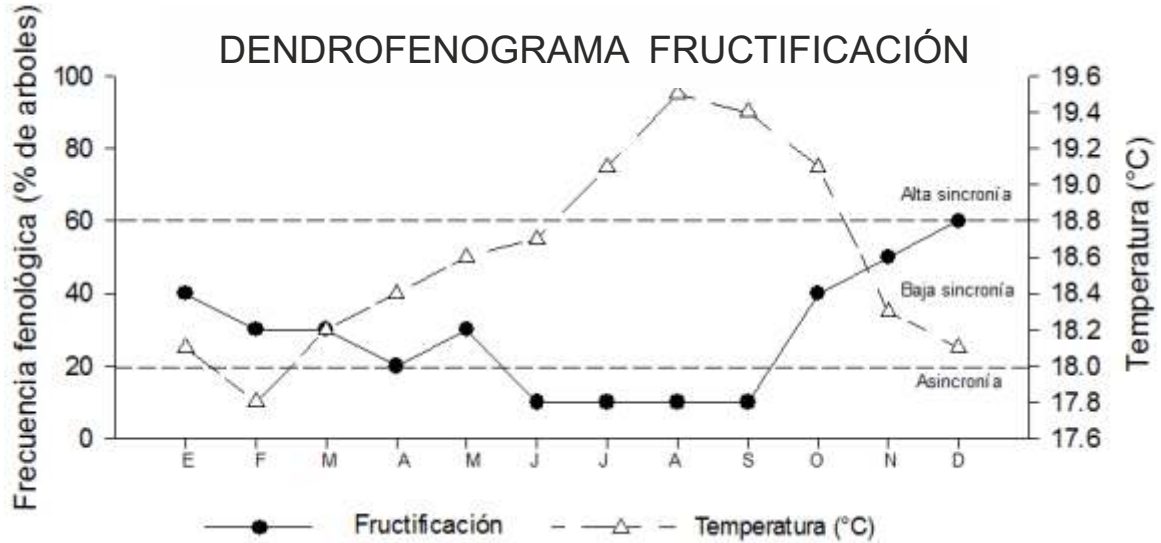




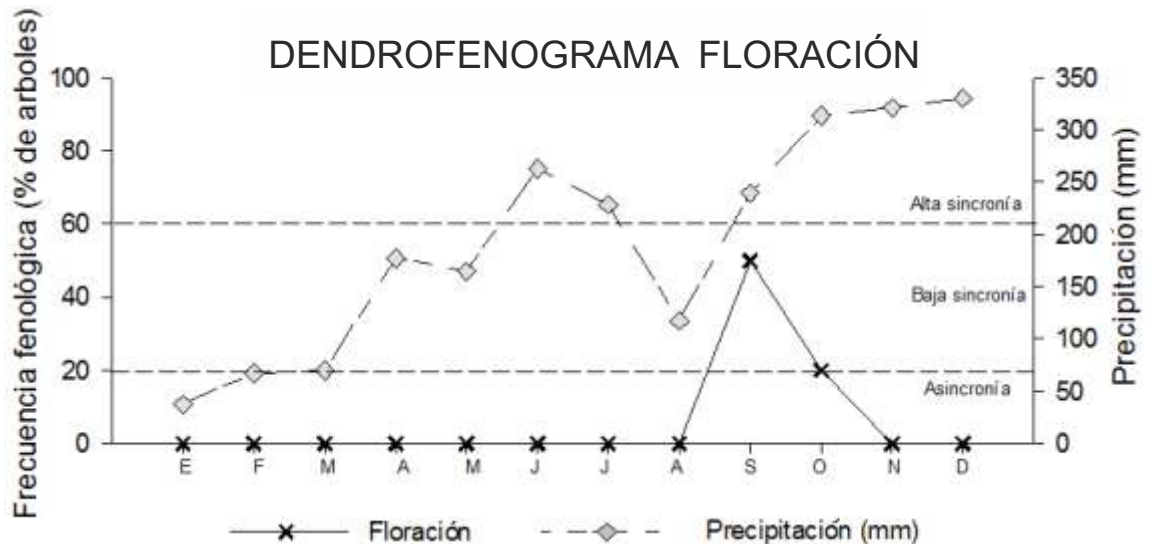
DENDROFENOGRAMA FRUCTIFICACIÓN

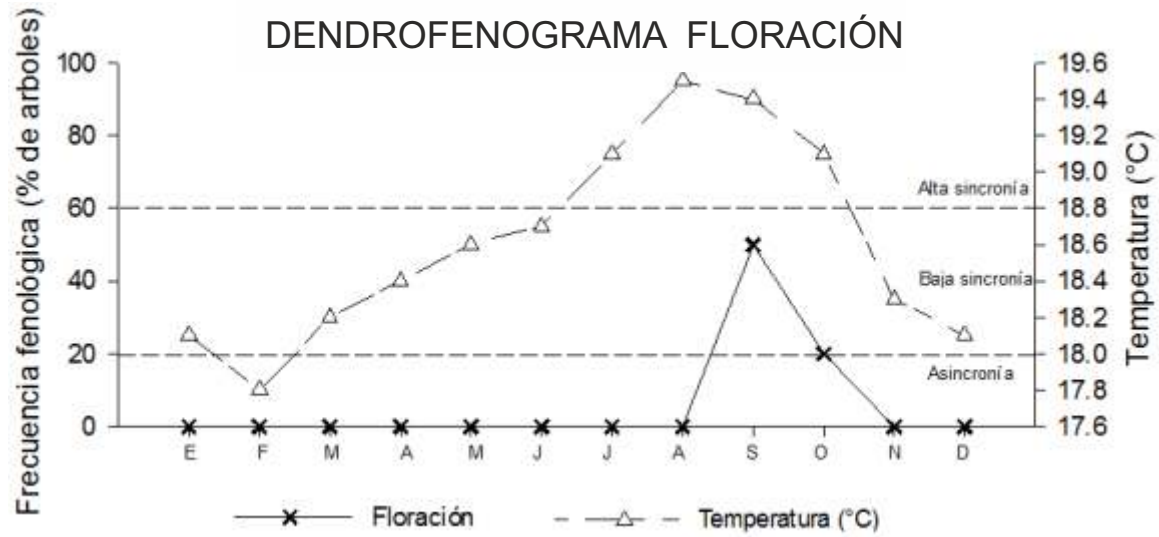


DENDROFENOGRAMA FRUCTIFICACIÓN



DENDROFENOGRAMA FLORACIÓN





Fenología de *Quercus humboldtii* Bonpl.

Fases fenológicas del Roble

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.14. *Quercus humboldtii*

**Distribución local:** El roble es una especie con un rango de tolerancia altitudinal muy amplio (de 700 a 3500 msnm), en el Quindío se encuentra ubicado en los municipios de Genova, Calarcá, Filandia y Salento.

**Localización de los árboles:** Los árboles monitoreados se encuentran ubicadas en el municipio de Filandia, a 2012 msnm (N 04° 40' 48.7", W 75° 35' 40.9", 4 individuos) área de conservación El Olvido; en el municipio de Salento a 3888 msnm (N 04° 37' 37.6", W 75° 27' 11.8", 2 individuos) área de conservación Estrella de Agua.

**Descripción de la planta:** Árbol de 25 a 40 m de alto y 1 m de diámetro, con raíces tabloides, fuste recto, corteza color negruzco, hojas de tamaños muy variables de 10 a 22 cm de largo por 5 a 8 cm de ancho, simples, alternas espiraladas, lanceoladas, con estipulas actinadas; lamina subcoriáceas. Flores péquelas, apétalas de color amarillento, unisexuales; dispuestas en amentos péndulos de 8 a 15 cm masculinos y femeninos en amentos cortos. Fruto capsula redonda leñosa blanquecina, nuez ovoide de 2 a 4 cm de largo x 2 a 2.5 cm de ancho (Palacio-Mejía, 2006).

## FENOLOGÍA

**Caída de follaje:** La pérdida de hojas parece estar asociada con el período de floración y fructificación, ya que durante esta época se presenta mayor defoliación, pero en general se registra para todo el año.

**Brotación de follaje:** El brote de hojas se presenta casi simultáneamente con la caída de hojas.

**Floración:** Esta fase se presenta de enero a junio. Existe una correlación entre las fenofases de floración femenina y la fructificación.

**Fructificación:** Los frutos verdes empiezan a notarse dos meses después de iniciarse la floración. Estos se registran principalmente de febrero a septiembre y de marzo a octubre, el desarrollo de los frutos tarda de 6 a 7 meses, la señal de madurez es cuando estos empiezan a caer del árbol. Pocos frutos llegan al estado adulto, esto debido al aborto de frutos jóvenes.

**Aspectos ecológicos:** La polinización es anemófila (por el viento) y la fauna asociada tiene que ver con loros, ardillas y otros roedores, además de consumir las semillas las transportan y entierran, dispersándolas.



A



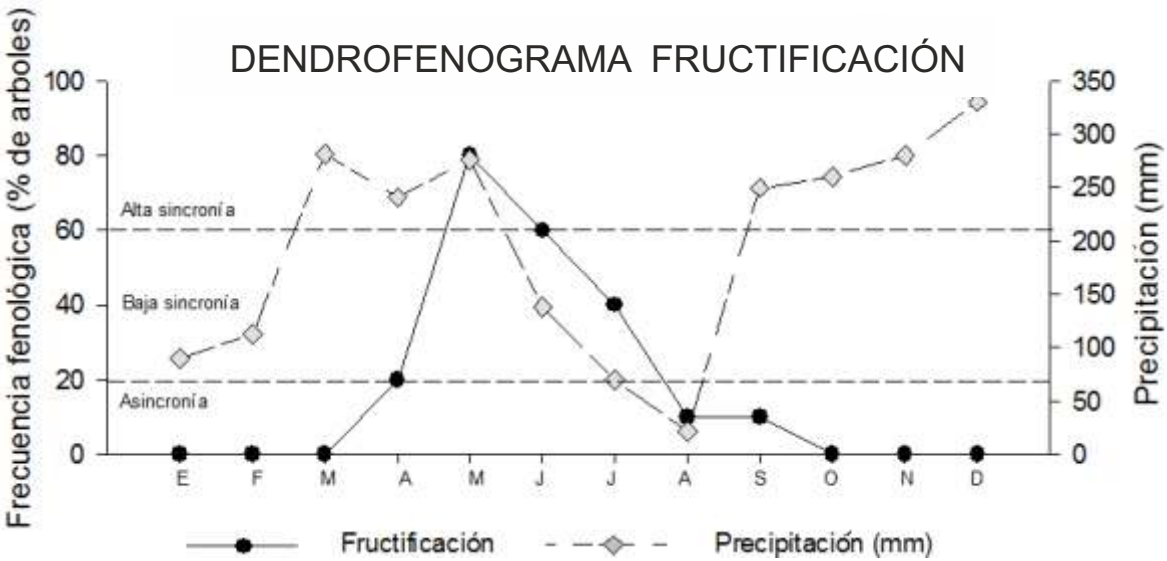
B



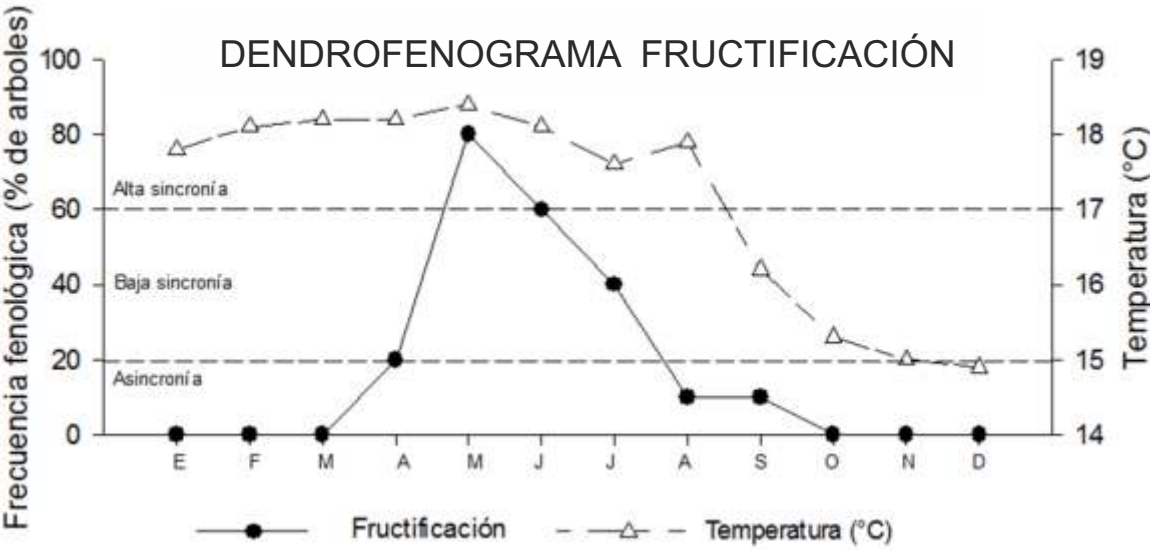
**Figura 1.15.** Flores (A) y Frutos (B) de *Quercus humboldtii*.



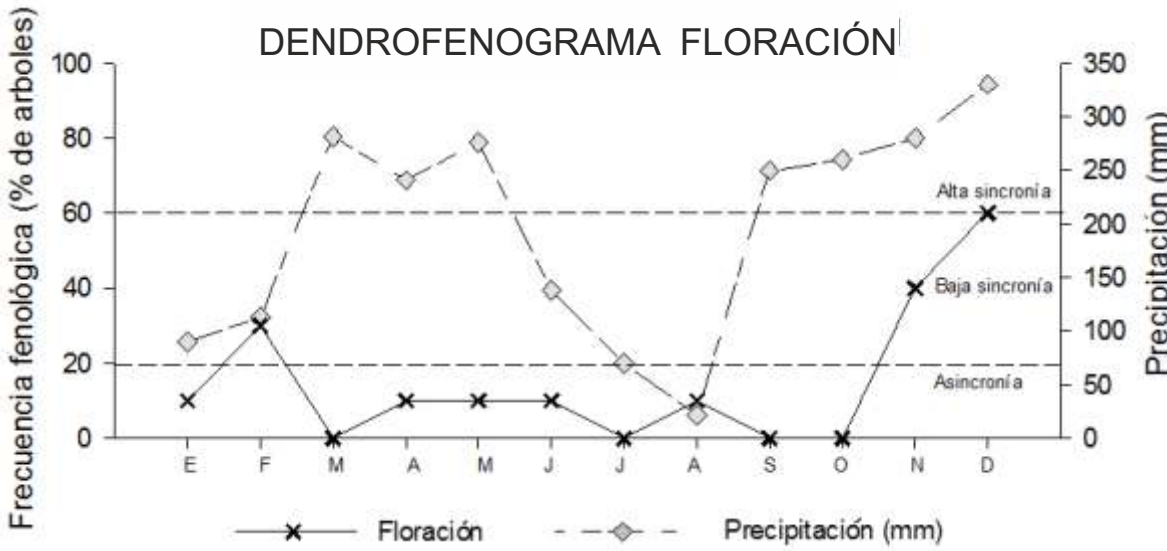
DENDROFENOGRAMA FRUCTIFICACIÓN



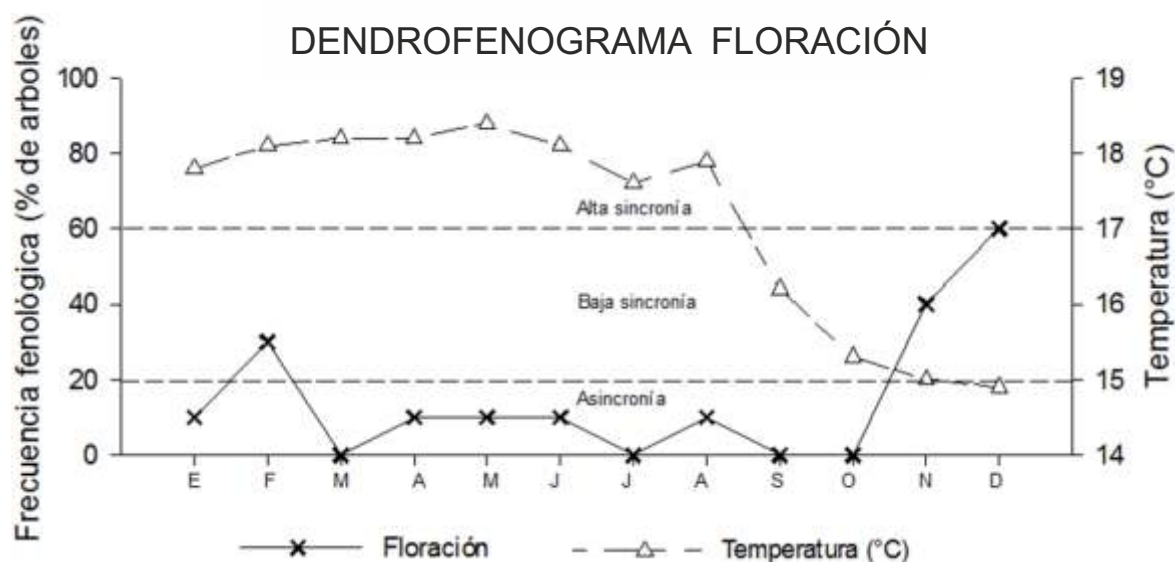
DENDROFENOGRAMA FRUCTIFICACIÓN



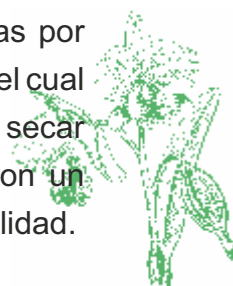
DENDROFENOGRAMA FLORACIÓN





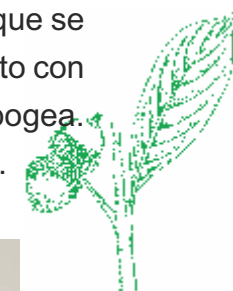


**Propagación:** Los frutos del roble deben ser recolectarlos directamente del suelo en un radio igual a la copa del árbol, una vez que estos han caído de manera natural. Los frutos viables deben recogerse lo antes posible para evitar daños o pérdidas por insectos, roedores u hongos. Se recomienda un leve secado al aire bajo techo, el cual permite no sólo separar los frutos del involucro que los recubre, sino secar ligeramente las semillas para posteriormente sembrarlas o almacenarlas con un contenido de humedad relativamente alto, ya que de lo contrario perderían viabilidad.



Las semillas de roble no toleran almacenamiento por largos períodos, por lo que se recomienda sembrarlas en el menor tiempo posible.

Cuando las semillas están frescas su capacidad germinativa inicial es elevada. No requiere tratamientos pregerminativos. Es importante cuidar la posición en la que se coloca la semilla, de tal forma que la punta de ésta sea la que quede en contacto con el sustrato, pues es por allí por donde emergerá la raíz. La germinación es hipogea. Se inicia de 22 a 30 días después de la siembra y se completa 18 días más tarde.



**Figura 1.16.** Desarrollo del fruto de *Quercus humboldtii*.

Fenología de *Syagrus sancona* H. Kars.

Fases fenológicas de la Palma Sancona

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.17. *Syagrus sancona*

**Distribución local:** La mayoría de individuos encontrados hacen parte de plantaciones ornamentales en plazas principales y aceras, en los municipios de Armenia, Calarcá, Génova, Barcelona, Montenegro y La tebaida. Además de unas cuantas poblaciones naturales ubicadas en el municipio de Quimbaya.

**Localización de los arboles:** Los individuos monitoreadas se encuentran ubicados en el municipio de Calarcá, a 1630 msnm (N 04° 30' 38.7", W 75° 35' 4,3", 7 individuos) Jardín Botánico del Quindío; en el municipio de Armenia a 1430 msnm (N 04° 31' 52.1", W 75° 41' 21.3", 4 individuos) Colegio Nacional.

**Descripción de la planta:** Palma de 8 a 30 m de alto, 20 a 30 cm de diámetro. Corona globosa de 8 a 16 hojas; hojas de 2.5 a 3.5 m de largo, pinnas dispuestas irregularmente. Inflorescencias interfoliarias con raquis de 60 a 80 cm de largo, flores blanco-amarillento, masculinas de 6 mm femeninas de 7 a 10 mm. Frutos elipsoidales de 2.8 a 3.2 cm amarillos con abundante mesocarpo. (Henderson *et al.*, 1995; Galeano & Bernal, 2010).

**Caída de follaje:** Este evento se presenta durante todo el año generalmente en pares, raramente tres, al igual que la macana se puede dar simultáneamente con otras fenofases (floración, fructificación y brotación). Desde el cambio de coloración en las hojas hasta la senescencia de las mismas pueden transcurrir un mes y medio a dos meses.

**Brotación de follaje:** Al igual que la mayoría de especies de palmas, este evento en la sancona se da durante todo el año, ininterrumpidamente, pero con la característica que puede presentarse en pares, simultáneamente, distanciadas en su desarrollo por 2 o 3 semanas; de esta manera una hoja que presenta la mitad de su desarrollo es acompañada por otra que apenas está comenzando.

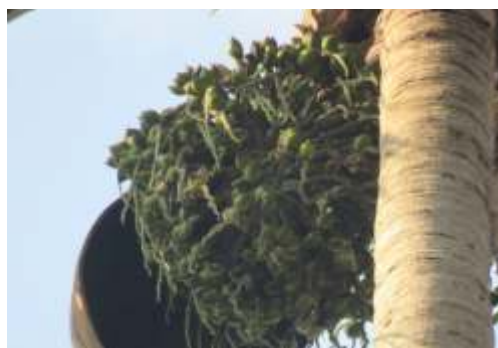
**Floración:** Se presentan botones de inflorescencia durante todo el año, los cuales tardan de 2 a 3 meses en terminar de formarse; la especie presenta una sincronía media con flores en marzo y de octubre a diciembre.

**Fructificación:** Se dan dos y/o tres racimos por palma, que se forman rápidamente, desde la dehiscencia de las flores femeninas hasta obtener frutos maduros, pueden transcurrir 3 semanas, y los frutos se mantienen por 2 meses más. Este evento se da de marzo a abril y de octubre a enero.

**Aspectos ecológicos:** Las flores son polinizadas por insectos y con respecto a la fauna asociada se reportan insectos y pequeños mamíferos.

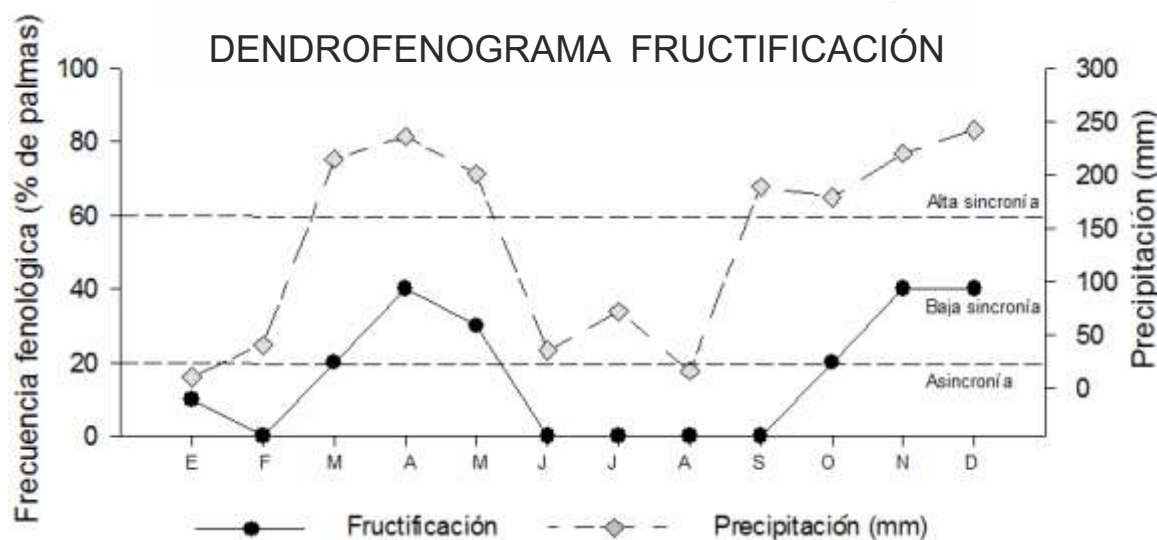


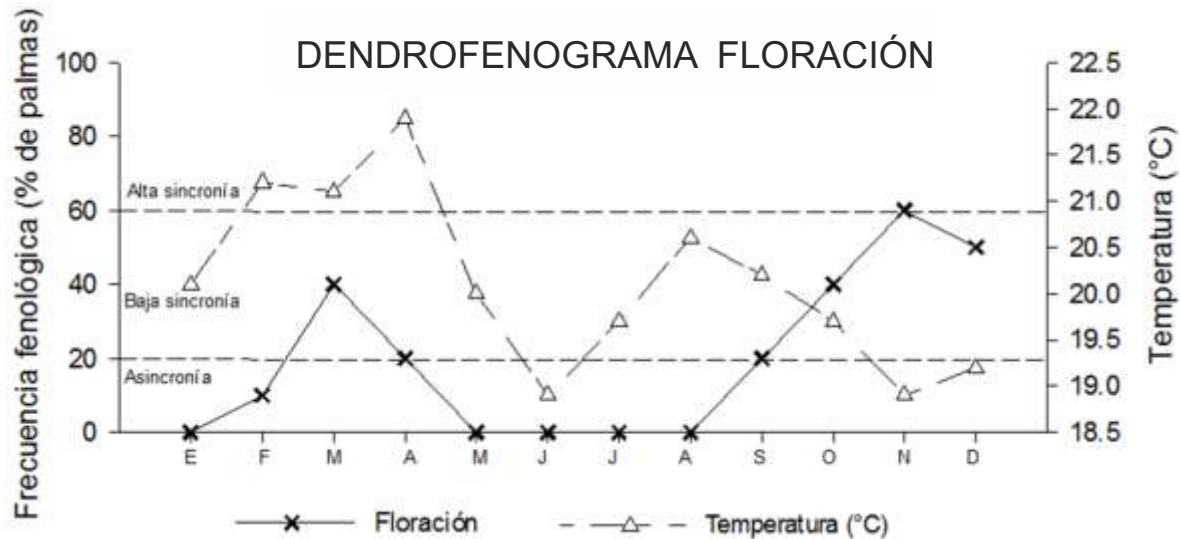
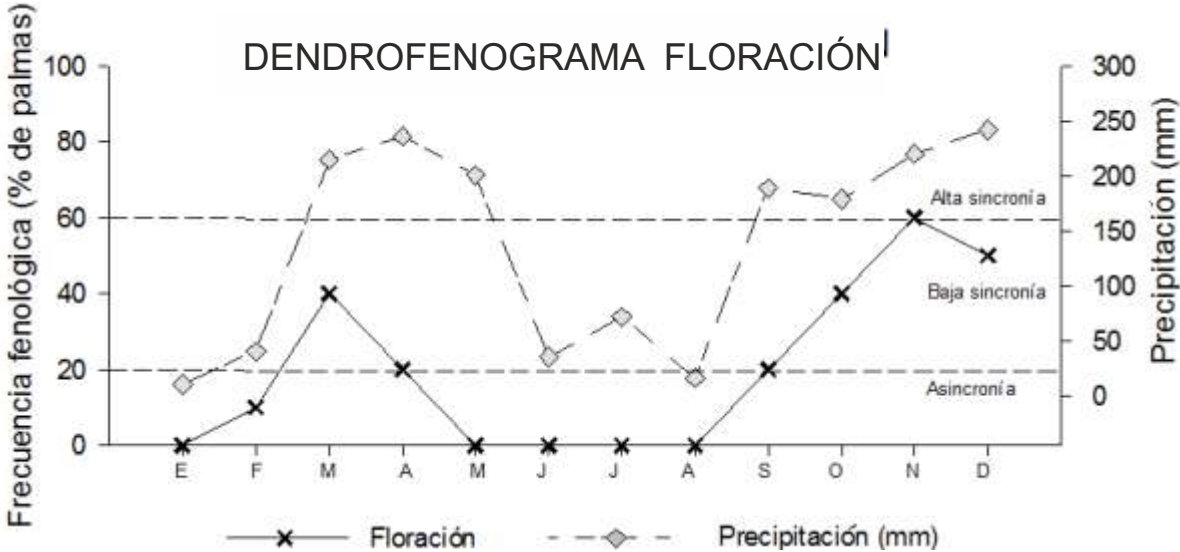
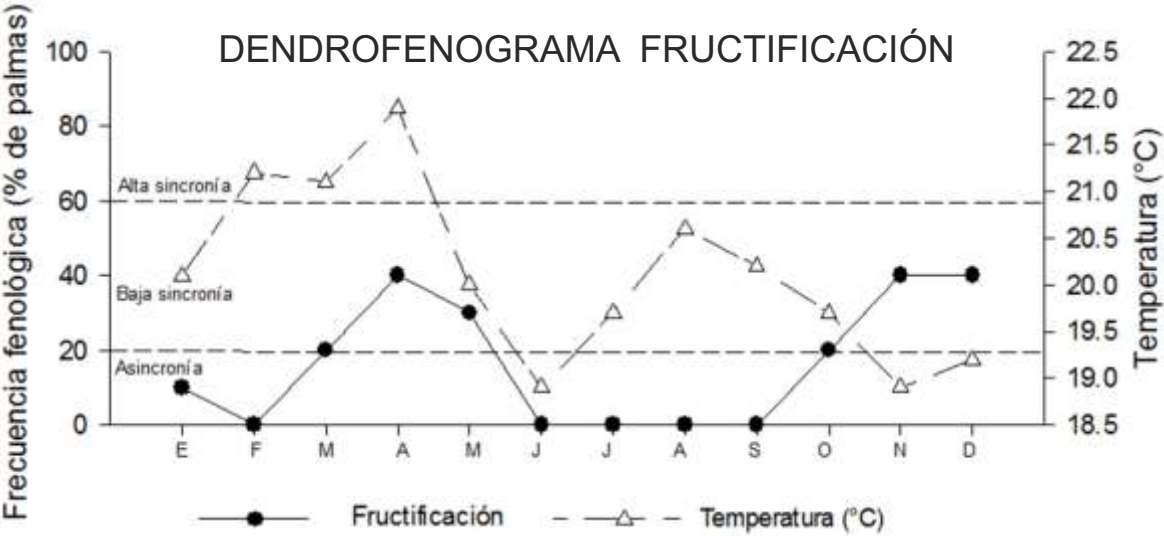
A



B

Figura 1.18. Flores (A) y Frutos (B) de *Syagrus sancona*







## Fenología de *Wettinia kalbreyeri* (Burret) R. Bernal.

Fases fenológicas de la Palma Macana

| Fase                 | Presente |
|----------------------|----------|
| Caída de Follaje     | Si       |
| Brotación de follaje | Si       |
| Floración            | Si       |
| Fructificación       | Si       |



Figura 1.19. *Wettinia kalbreyeri*

**Distribución local:** En el Quindío la palma macana se encuentra únicamente entre los municipios de Filandia y Salento, en los cuales hace presencia en un gran bosque fragmentado, que comprende las reservas La Patasola, El Olvido, y en límites con el departamento de Risaralda en la quebrada Bolillo. En este lugar la especie se distribuye en poblaciones con un patrón agrupado muy numeroso, pero distanciadas entre sí.



**Localización de los árboles:** Las palmas monitoreadas se encuentran ubicadas en el municipio de Filandia, entre los 2246 y 2342 msnm (N 04° 41' 51", W 75° 34' 23.2", 3 individuos; N 04° 41' 60.2", W 75° 34' 19.8", 4 individuos) área de conservación El Olvido.

**Descripción de la planta:** Es una palma monoica con inflorescencias unisexuales, hasta 15 inflorescencias por nodo. Las infrutescencias contienen de 7 a 20 ramas colgantes con frutos libres, que son globosos a ligeramente elipsoidales, hasta 3,5 cm de largo; las semillas son ovoides a elipsoidales, de 2 cm de largo cada una. Esta palma tiene un tallo solitario, alcanzando una altura máxima de 20 m; con el apoyo de un cono de raíces epigeas de aproximadamente 1 m de altura; cada raíz tiene aguijones de 1 cm de largo. Presenta hojas pinnadas, hasta 5 hojas por palma, con una longitud media de 3,5 m (Henderson *et al.*, 1995; Galeano & Bernal, 2010).





## FENOLOGÍA:

**Caída de follaje:** Durante todo el año se presenta esta fase fenológica en la especie, la caída de hojas es a menudo simultánea con otras fases fenológicas como brotación, floración y fructificación, el proceso de senescencia de una hoja puede durar un mes y se da en conjunto con el proceso de surgimiento de las yemas florales, las cuales se presentan inmediatamente debajo de la vaina de una hoja que ha caído.

**Brotación de follaje:** Esta fase está presente durante todo el año, no es interrumpida, es decir cuando una hoja termina su brotación inmediatamente se da la brotación de la próxima hoja.

**Floración:** Se presentan botones de inflorescencia durante todo el año, los cuales tardan de 6 a 7 meses en terminar de formarse; la especie es asincrónica, es decir, que encontramos individuos floreciendo en diferentes estados de desarrollo.

**Fructificación:** El desarrollo de los frutos es muy lento, aproximadamente de 6 a 8 meses en completar su desarrollo, máximo dos racimos (viables) por individuos, muy raramente tres. Generalmente se dan abortos de toda una infrutescencia cuando se dan más de dos racimos. Se pueden encontrar frutos maduros especialmente en los meses de enero a febrero; mayo y junio y, en menor cantidad, de agosto a octubre.

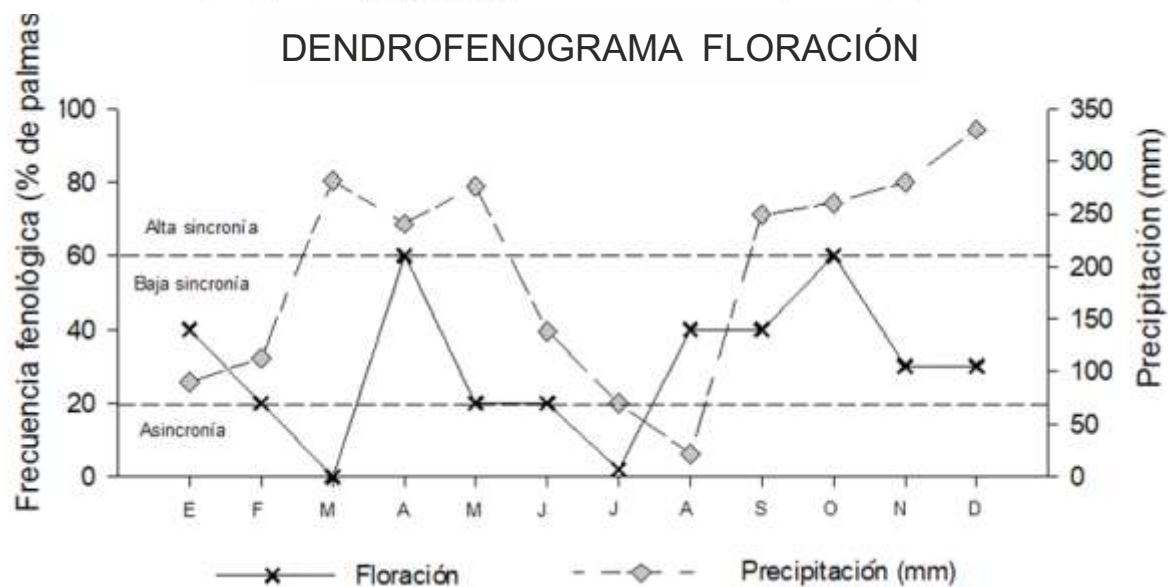
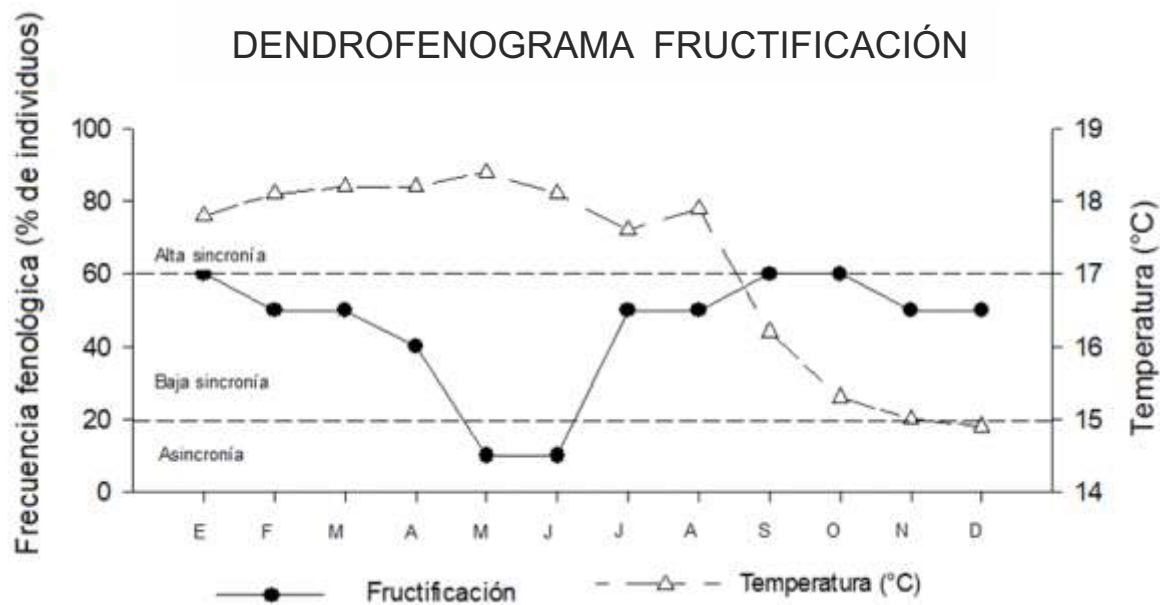
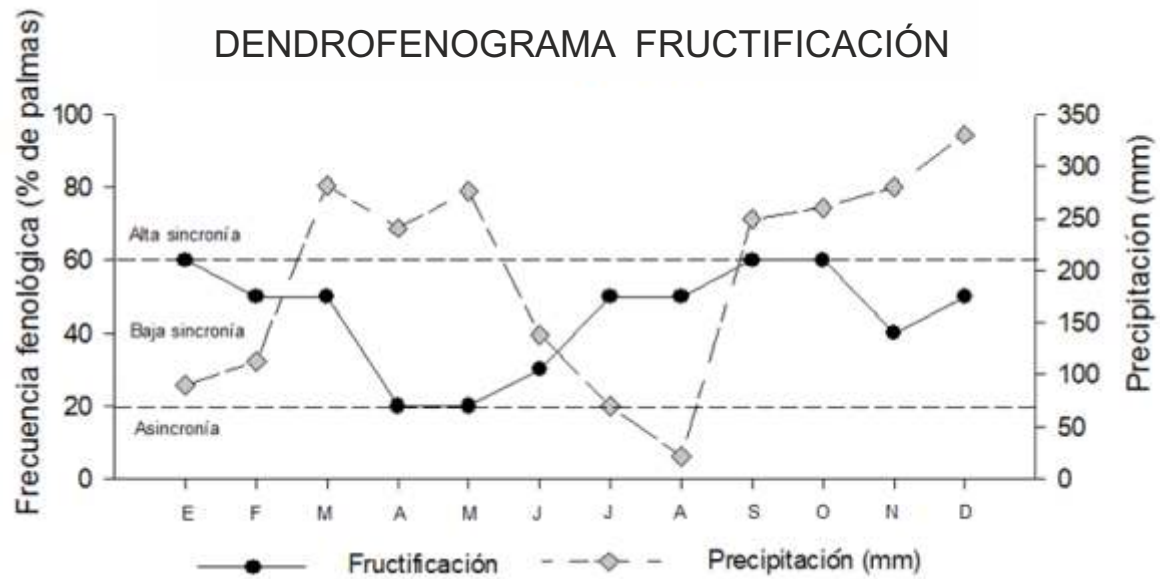


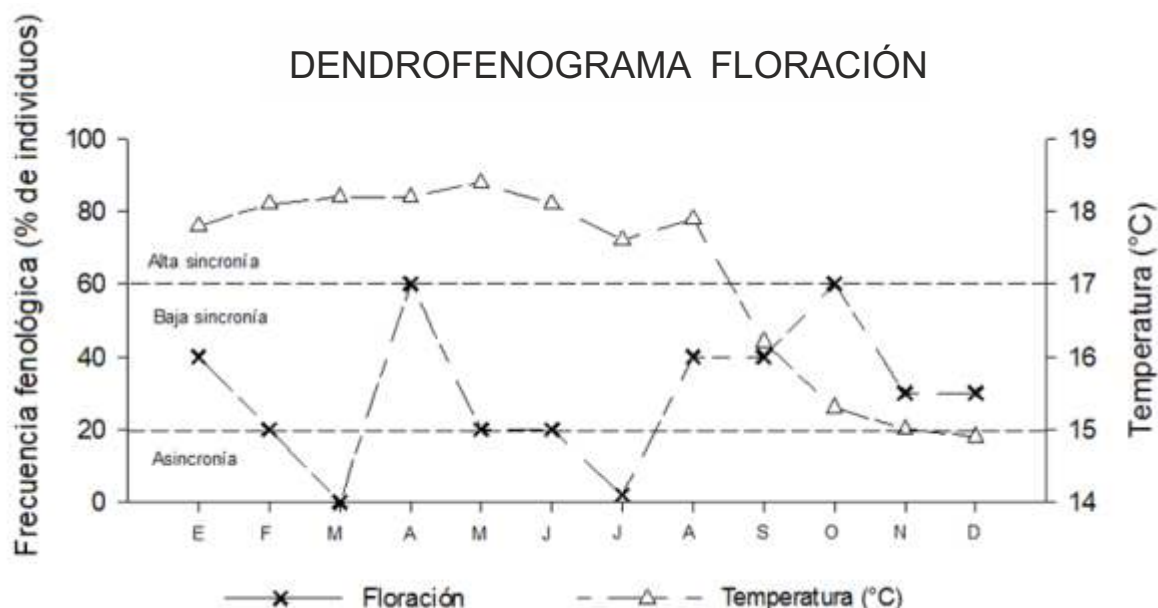
A

B

C

**Figura 1.20.** Flores femeninas (A) masculinas (B) y frutos (C) de *Wettinia kalbreyeri*





### ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LAS ESPECIES FOCALES DE FLORA

En esta sección se recogen elementos de discusión sobre la fenología de las especies focales descritas, resaltando aspectos tales como: la caracterización morfológica, determinación de las fases fenológicas y los calendarios fenológicos.

**Caracterización morfológica:** el seguimiento de los cambios morfológicos en cada una de las especies permitió determinar con facilidad y claridad los estados de desarrollo de estructuras vegetativas y reproductivas y por ende las fases fenológicas típicas de ellas. La mayoría de los cambios son identificables, no obstante, se requiere de alta periodicidad en las evaluaciones y las observaciones detalladas, de lo contrario los cambios sutiles no serían percibidos.

**Fases Fenológicas:** se considera que este trabajo es válido para los individuos de estas especies que se ubican en una franja altitudinal entre los 1000 y 3800. No obstante, algunas variaciones podrían presentarse en dichas fases o ritmos.

Seis especies (66,66%) de las nueve estudiadas pueden considerarse como sincrónicas en presentación y secuenciación de las fases fenológicas, a pesar de las diferencias que puedan darse en clima, suelo, altitud, precipitación y temperatura, ellas son: *Aniba muca*, *Cattleya quadricolor*, *Juglans neotropica*, *Polylepis serícea*, *Prumnopitys montana*, *Syagrus sancona*. Mientras que las otras tres fueron asincrónicas, a saber: *Genipa americana*, *Quercus humboldtii*, *Wettinia kalbreyeri*. Esta

situación; refleja que hay variación y heterogeneidad en la secuencialidad e independencia que pueda existir o no entre una etapa y otra y que tantos arboles de gran talla como arbustos relativamente pequeños; pueden presentar uno u otro ritmo fenológico.

Ademas, *Juglans neotropica* presentó ritmos fenológicos precisos y delimitados en el tiempo, lo cual, puede catalogarse como la especie mas sincrónica de las estudiadas. Contrario a lo ocurrido con *Cattleya quadricolor*, *Quercus humboldtii* y *Wettinia kalbreyeri* las cuales fueron marcadamente asincrónicas, la primera por presentar dos grupos de individuos con ritmos distintos y la segunda porque en un mismo periodo de tiempo se encontraban individuos en diferentes fases. De las fases fenológicas en general se puede manifestar que tanto las etapas reproductivas (floración y fructificación) como las vegetativas (caída y brotación de follaje) se evidenciaron claramente a lo largo de este estudio.



**Caída de follaje:** en síntesis, la caída de follaje para las especies evaluadas ocurre en el primero o en el último trimestre del año, lo que corresponde con un periodo seco, que dura de 4 a 10 semanas por especie. Sin embargo, dos de las especies la presentaron de forma masiva y por lo general una sola vez al año, no obstante, fuertes variaciones pueden encontrarse sobre su periodicidad y duración.



**Brotación de follaje:** esta fase es variable, puede durar de cuatro a ocho semanas, según la especie se puede dar una o más brotaciones al año, se inicia en aquella zona de la copa del árbol que se defolió primero, su intensidad es variable, ya que toda la planta puede presentar brotación de forma simultanea o solo algunos fragmentos de ella, no siempre es sincrónica entre los individuos de una misma especie y no solamente se da por factores innatos de la especie sino también por factores externos como la herbívora.



**Floración:** la floración es un fenómeno común en nuestros ecosistemas, probablemente se da de forma independiente entre las especies, es variable en su intensidad y duración, para las especies estudiadas se presenta durante todo el año, sin embargo se pueden diferenciar dos picos, uno de abril a junio y otro de octubre a enero; estos dos picos se inician en los periodos de lluvias y finalizan a mediados del periodo seco. Las especies *Aniba muca*, *Cattleya quadricolor*, *Quercus humboldtii*, *Syagrus sancona* y *Wettinia kalbreyeri*, son las que florecen aproximadamente en los mismos meses.



En la fase de floración el viento y la lluvia son factores que se deben tener en cuenta para los estudios fenológicos, ya que además de deteriorar las estructuras de las plantas, causa la pérdida de botones florales y flores jóvenes en gran cantidad, lo cual aunado a la poca formación de frutos y a su consumo entre otros factores contribuyen al proceso de extinción que se observa en la especie.



**Fructificación:** es una fase común para las especies evaluadas, es variable en su intensidad y duración, puede durar dos meses o todo el año, puede ser distinta de un año a otro, es fundamental para la alimentación de la fauna, tienen una alta correlación con la fase de floración, esta determinada por condiciones innatas e inducidas, varía intraespecíficamente en una misma área y puede ser sincrónica o asincrónica. De la fructificación se infiere que entre febrero-abril y entre octubre-noviembre se encuentran los periodos con mayor número de especies fructificando, no obstante, es evidente que durante todo el año hay disponibilidad de frutos pues otras especies viven en los demás meses del año en el mismo proceso.



El calendario fenológico para estas especies, deben ser interpretados como parciales, ya que se requiere hacer observaciones en otras regiones del país donde se encuentran estas especies para de esta manera tener datos más precisos del comportamiento global de su fenología, especialmente de los extremos altitudinales sobre los cuales se localizan individuos de tales especies.



# 2

## **MASTOFAUNA Y AVIFAUNA**

**Investigador principal:  
Hugo Mantilla Meluk**

**Coinvestigadores:**

**Natalia Pérez Amaya, Sebastián Vásquez, Carlos Chica,  
Esteban Castaño, Vanesa Díaz Giraldo, Mariana Botero Zuluaga,  
Sebastián Montilla Orozco, Natalia Torres, Ferney Osorio,  
John Giraldo y Diana Sánchez.**



*Aotus lemurinus*

## INTRODUCCIÓN

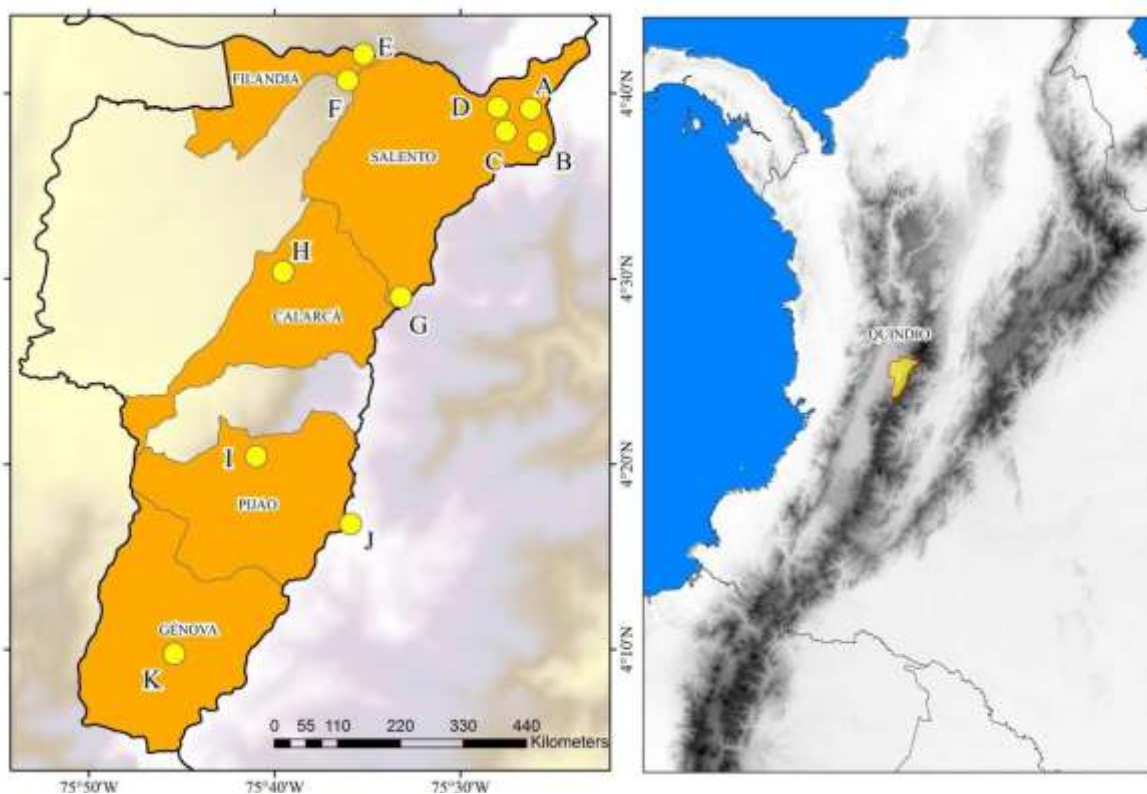


El Quindío, a pesar de poseer la menor extensión entre los departamentos de Colombia (0.2% del territorio nacional), cuenta con una posición biogeográfica privilegiada, ubicándose en la porción central de la Cordillera de los Andes en el Norte en el país y extendiendo su territorio en la vertiente del Río Cauca, entre los 950 m y los 4700 m (CRQ, 2009). Este amplio rango altitudinal alberga una gran diversidad de ecosistemas (desde bosques premontanos, hasta las áreas de superpáramo colindantes con el Parque Natural Nacional Los Nevados), que a pesar de no haber sido documentados en toda su extensión, han sido sugeridos como poseedores de una alta diversidad faunística. La diversidad biótica se ha relacionado directamente con la diversidad ecosistémica, por lo que se esperaría que el departamento del Quindío, en virtud a su posición geográfica y presencia de diversos tipos de ecosistemas como: páramo, bosque alto-andino, y tierras bajas en sus valles interandinos (ORQUÍDEA, 2012), contenga una alta diversidad faunística para los grupos objetos de esta evaluación. Dentro de los vertebrados, para el departamento del Quindío, se han registrado 560 especies de aves (Arbeláez-Cortes *et al.*, 2015) y 34 especies de mamíferos (Solari *et al.*, 2013), que constituyen el patrimonio diverso del país. Esta diversidad incluye especies endémicas para Colombia, como es el caso del loro coroniazul, *Hapalopsittaca fuertesi* (Ramsen, 2015); así como el murciélago sin cola *Anoura carishina* (Mantilla-Meluk & Baker, 2010). De la misma manera su territorio hace parte de la distribución natural de un elevado número de especies identificadas como objeto de conservación, de acuerdo a los servicios ecosistémicos que brindan o por el estado de amenaza en el que se encuentran sus poblaciones.




La preservación de esta riqueza biótica contenida en el departamento del Quindío, tiene como uno de sus ejes principales el establecimiento del sistema de áreas de reservas administradas por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ), que se distribuyen en un mosaico de ambientes contrastantes, en cinco de sus municipios a lo largo del territorio quindiano (Salento, Filandia, Pijao, Calarcá y Génova) (figura 2.1), representativos del Paisaje Cultural Cafetero, declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad.

Este estudio incluye información relacionada con cinco especies de mamíferos y 13 especies de aves, consideradas objeto de conservación, que fueron evaluados en 11 áreas de conservación administradas por la CRQ, en el departamento del Quindío (figura 2.1).



**Figura 2.1.** Ubicación de las 11 reservas de la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) analizadas en el proyecto (puntos amarillos), en los diferentes municipios del departamento del Quindío (áreas sombreadas en naranja): A) Estrella de Agua, B) La Picota, C) El Bosque, D) La Montaña, E) El Olvido, F) El Tapir, G) El Jardín, H) Eco-Parque, I) Bremen-La Popa y J) Navarco, ubicadas en cinco municipios del Quindío.

## IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De las más de 500 especies de mamíferos (Ramírez-Chávez & Suarez-Castro, 2014) y las más de 1900 especies de aves reportadas para el país (Donegan *et al*, 2014), aún no se ha establecido el número especies para estos dos taxones presentes en el territorio del departamento del Quindío. Esta incertidumbre se asocia parcialmente a la ausencia de material testigo, depositado en colecciones científicas, que permita la apropiada validación de hipótesis taxonómicas y biogeográficas para el territorio quindiano.

En cuanto a mamíferos el número de especies sugeridas para el departamento varía en la literatura entre 34 y 64, representando tan solo del 6.8% al 10% de la diversidad nacional. Es de anotar que una porción de la mastofauna sugerida para el Quindío, en la lista comprensiva más recientemente elaborada para el país (Solari *et al*; 2013),



corresponde a especies con una distribución sugerida amplia (toda Colombia), cuya presencia se asume en el departamento de acuerdo a registros reportados en departamentos adyacentes, sin que a la fecha se cuente con registros específicos para su territorio.



De otra parte, si bien, la fauna ornitológica del departamento ha recibido recientemente una mayor atención, gracias a su potencial en actividades relacionadas con el turismo ecológico (observación de aves), actividad desarrollada en varios municipios del Quindío, la exploración del territorio para este grupo de vertebrados se considera aún bajo construcción, como lo demuestran las recientes adiciones producto de extensiones en distribución de varios taxones de aves (Arbeláez *et al*; 2015).



Sin cuestionar la enorme utilidad que representan las listas de especies nacionales como herramienta de orientación en la investigación y conservación, éstas han sido históricamente mal interpretadas, debido a que la información en ellas contenida puede ser superficial debido a la escala que consideran y no necesariamente cuenta con un sustento verificable. Muchos de los registros de especies de aves y mamíferos, no provienen de estudios técnicos apropiados. La información superficial puede entonces ser mal interpretada como conclusiva, conduciendo en muchas ocasiones a un poco o nula atención científica para varios grupos taxonómicos, comprometiendo seriamente el carácter técnico en el proceso de planeación y toma de decisiones, y afectando negativamente su conservación.



La mayor proporción de trabajos referentes a mamíferos del Quindío, corresponden a literatura gris, en formato de informes técnicos, desarrollados en su mayoría por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). A pesar del invaluable aporte que estos estudios representan como herramientas de gestión para la conservación, no en todos los casos hacen referencia a material museológico o evidencia indirecta (documentación fotográfica, rastros, heces) que permita la verificación taxonómica sobre las especies que en ellos se incluyen. Es también cierto, que en ocasiones la descripción de las zonas de registro es difusa; lo que en múltiples instancias previene la evaluación sobre los estados poblacionales, o estados de conservación de la fauna del departamento.

En un análisis preliminar sobre los mamíferos oficialmente registrados por departamentos en Colombia, se menciona que el territorio quindiano contiene en



teoría una diversidad menor de especies (34 especies), que aquella reportada para departamentos adyacentes: 49 especies para Risaralda; 59 para el Tolima (Solari *et al.* 2013), (tabla 2.1), demostrando que aún existen grandes vacíos de información que ponen en riesgo la conservación del patrimonio diverso del departamento del Quindío. Por otro lado, en lo referente a las aves, el número de especies reportadas para el departamento del Quindío es proporcionalmente alto con respecto a su tamaño, cuando se le pondera con otros departamentos. Según los últimos registros, la diversidad ornitológica del Quindío alcanzaría 560 especies (Arbeláez *et al.*, 2015).



**Tabla 2.1.** Mamíferos de los departamentos de la región andina (Solari *et al.*; (2013); Ramírez-Chaves & Suarez-Castro (2014); García-Herrera *et al.*; (2015). Las convenciones usadas en la tabla son: Antioquia (ANT), Boyacá (BOY), Caldas (CAL), Cundinamarca (CUN), Huila (HUI), Norte de Santander (NDS), Quindío (QUI), Risaralda (RIS), Santander (SAN), Tolima (TOL), Valle del Cauca (VDC).

| MAMÍFEROS<br>DEPARTAMENTOS | ANT | BOY | CAL | CUN | HUI | NDS | QUI | RIS | SAN | TOL | VDC |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ORDENES                    | 12  | 8   | 7   | 10  | 8   | 9   | 7   | 6   | 9   | 9   | 12  |
| FAMILIAS                   | 32  | 25  | 14  | 25  | 23  | 23  | 13  | 11  | 22  | 19  | 25  |
| ESPECIES                   | 153 | 81  | 53  | 95  | 65  | 52  | 34  | 49  | 57  | 59  | 137 |



Para esta investigación se buscó realizar inventarios de las especies objeto de conservaciones de mamíferos y aves, (tablas 2.2 y 2.3), que habitan en cada área de conservación, a través de diferentes técnicas de muestreo; y monitorear estas especies mediante el uso de cámaras trampa.



**Tabla 2.2.** Especies de mamíferos objeto de estudio en el presente trabajo y categoría de amenaza, de acuerdo a la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN): VU) Vulnerable; LC) Preocupación menor.

| ESPECIES DE MAMÍFEROS      | GRADO DE AMENAZA |
|----------------------------|------------------|
| <i>Dinomys branickii</i>   | VU               |
| <i>Mazama rufina</i>       | VU               |
| <i>Pudu mephistophiles</i> | VU               |
| <i>Aotus lemurinus</i>     | VU               |
| <i>Choloepus hoffmanni</i> | LC               |



**Tabla 2.3.** Especies de aves objeto de estudio en el presente trabajo y categoría de amenaza de acuerdo a la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN): CR) Peligro Crítico; EN) En Peligro; VU) Vulnerable; NT) Cercana a Amenaza.

| ESPECIES AVES                        | GRADO DE AMENAZA |
|--------------------------------------|------------------|
| <i>Hapalopsittaca fuertesi</i>       | CR               |
| <i>Leptosittaca branickii</i>        | EN               |
| <i>Penelope perspicax</i>            | EN               |
| <i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i> | VU               |
| <i>Chlorochrysa nitidissima</i>      | VU               |
| <i>Grallaria milleri</i>             | VU               |
| <i>Spizaetus isodori</i>             | VU               |
| <i>Andigena hypoglauca</i>           | NT               |
| <i>Andigena nigrirostris</i>         | NT               |
| <i>Grallaricula lineifrons</i>       | NT               |
| <i>Odontophorus hyperythrus</i>      | NT               |
| <i>Saltator cinctus</i>              | NT               |
| <i>Xenopipo flavicapilla</i>         | NT               |

**Tabla 2.4.** Localización de las áreas objeto de estudio evaluadas en este trabajo (incluidas en el convenio N°031); rango de elevación y extensión de las mismas.

| RESERVAS                               | MUNICIPIO           | LATITUD    | LONGITUD    | ALTITUD (M.S.N.M) | ÁREA       |
|----------------------------------------|---------------------|------------|-------------|-------------------|------------|
| ESTRELLA DE AGUA                       | SALENTO             | 4°37.41'   | 75°25.871'  | 3243              | 538.62 Ha  |
| EL OLVIDO                              | PEREIRA (RISARALDA) | 4° 42.165' | 75° 34.464' | 2262              | 20 Ha      |
| LA PICOTA                              | SALENTO             | 4° 39.243' | 75° 28.003' | 2742              | 299.3 Ha   |
| SIERRA MORENA                          | PIJAO               | 4°3407'    | 75°6835'    | 2000              | 262,92 Ha  |
| EL BOSQUE                              | SALENTO             | 4°39.1566' | 75°26.2383' | 3150              | 407,73 Ha  |
| EL JARDÍN                              | GENOVA              | 4°1632667' | 75°75695'   | 2300              | 245 Ha     |
| EL TAPIR                               | PIJAO               | 4°2907667' | 75°463433'  | 2900              | 2.760,09Ha |
| PARQUE ECOLÓGICO RECREATIVO Y CULTURAL | CALARCA             | 4°5065667' | 75°65925'   | 1600              | 11.18 Ha   |
| BREMEN LA POPA                         | FILANDIA            | 4°40.349'  | 75°36.600'  | 2075              | 3323 Ha    |
| LA MONTAÑA                             | SALENTO             | 4° 37.959' | 75° 27.578' | 2918              | 2327 Ha    |
| NAVARCO                                | SALENTO             | 4°29.016'  | 75°33.208'  | 2972              | 584.40 Ha  |

**Tabla 2.5.** Temporalidad de las evaluaciones directas en las 11 reservas de la CRQ, incluidas en el convenio N°031.

| RESERVA          | PERIODO                             |
|------------------|-------------------------------------|
| Estrella de Agua | 2 al 6 de julio del 2016            |
| La Picota        | 7 al 11 de julio del 2016           |
| El Bosque        | 12 al 16 de julio del 2016          |
| La Montaña       | 25 al 29 de julio del 2016          |
| El Olvido        | 30 de julio al 4 de agosto del 2016 |
| Navarco          | 17 al 21 de agosto del 2016         |
| Eco-Parque       | 21 al 25 de septiembre del 2016     |
| Sierra Morena    | 8 al 12 de octubre del 2016         |
| El Tapir         | 13 al 17 de octubre del 2016        |
| El Jardín        | 22 al 26 de octubre del 2016        |
| Bremen-La Popa   | 3 al 7 de diciembre del 2016        |



## METODOLOGÍAS PROPUESTAS

**Descripción General de Actividades:** Para este estudio se reportan las actividades conducidas en el periodo comprendido entre el 2 de julio y el 7 de diciembre (tabla 2.5); periodo en que se realizaron 11 salidas de campo, para evaluar las siguientes áreas de conservación: Estrella de Agua, La Picota, El Bosque, La Montaña, Navarco, y El Olvido, ubicadas en el municipio de Salento; reserva Eco-parque, ubicada en el municipio de Calarcá; Sierra Morena, El Tapir, ubicadas en el municipio de Pijao; El Jardín, en jurisdicción del municipio de Génova; y Bremen - La Popa, ubicada en Filandia. Estas áreas cubren un amplio rango de elevación comprendiendo entre los 1500 y los 3243 msnm (tabla 2.4).



**Reuniones de coordinación de actividades:** Como parte de las actividades de planificación se programó de manera concertada un espacio de reunión entre representantes de la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ) y representantes del equipo de trabajo, con la finalidad de desarrollar un proceso de diseño metodológico participativo, que incorporará las sugerencias producto de la revisión del primer estudio metodológico para cada componente (aves y mamíferos).

**Constitución del equipo de trabajo:** El equipo de trabajo se seleccionó a partir de una convocatoria de méritos y experiencia en cada uno de los grupos a ser documentados. La dirección general del proyecto fue asumida por Hugo Mantilla-Meluk PhD, quien coordinó también el componente de mamíferos. La coordinación del equipo de aves fue asumida por Natalia Pérez-Amaya, quien dirigió el Grupo de Ornitología de la Universidad Nacional en Bogotá (GOUN) por dos años y quien en la actualidad es candidata a la maestría en la Sección de Ornitología de la Universidad del Valle, donde además fue Joven Investigadora y Asistente de Docencia.

Se definió un grupo de trabajo en campo conformado por 12 investigadores, de los cuales, cuatro trabajaron el componente de mamíferos y cinco investigadores para el componente de aves en campo. La coordinación en campo del componente de mamíferos fue llevada a cabo por el biólogo Carlos Chica (egresado de la Universidad del Quindío), quien desarrolló su trabajo de grado sobre primates; y en el componente de aves por el biólogo Esteban Castaño (egresado de la Universidad del Quindío), quien desarrolló su trabajo de grado sobre bandadas mixtas de aves en el departamento del Quindío. La coordinación general de actividades logísticas en campo en esta porción del proyecto estuvo a cargo del biólogo Sebastián Vásquez. En la figura 2.2 se observa el equipo de trabajo en fase de campo realizando los estudios competentes.



**Figura 2.2.** Equipo de trabajo, en actividad de documentación, fase de muestreo. Área de conservación Navarco.

**Caracterización de la cobertura vegetal: Caracterización de las áreas de muestreo.**- Las zonas de vida, pueden ser consideradas como un tipo de vegetación dominante, o un conjunto de asociaciones estrechamente relacionadas en el medio físico; el cual, determina su comportamiento (Holdridge, 1982). En la ecología moderna se reconoce que la asociación o comunidad es la unidad básica natural de las masas vegetales. Esta asociación debe ser entendida como una unidad natural, en la cual el clima, la fisiografía, la formación geológica, el suelo, y cobertura están interrelacionados en una combinación única que en conjunto determinan la actividad animal. En nuestra caracterización vegetal seguimos la propuesta de Holdridge (1982), con modificaciones, en la cual se determinan a la elevación y la temperatura promedio anual, variables ambientales que operan como predictores del tipo de vegetación dominante: Bosque Premontano (1000 - 2000 msnm; 18 - 24°C); Bosque Andino o Montano bajo (2000 - 3000 msnm; 12 - 18°C); Bosque alto Andino o Montano (3000 - 3600 msnm; 9 - 12°C); Subpáramo (3600 - 3800 msnm; 6 - 9°C); Páramo (3800- 4000 msnm; 4 - 6°C), y Superpáramo (4000 - 4500 msnm; 1 - 4°C) (Pomar *et al*; 1985). Aparte de esta clasificación, se tuvieron en cuenta elementos estructurales y de composición dependiendo del área evaluada, identificando los siguientes tipos de cobertura vegetal: **Bosque ripario** (bosque asociado a cursos de agua); **Robledales** (Bosques monotípicos de *Quercus*); **Plantaciones forestales** de pino-eucalipto; y **Pastizales** (áreas de potreros con pastos, usualmente dedicadas a la ganadería).



## Componente mamíferos

### Métodos directos

La presencia de las especies de mamíferos se evaluó a través del desarrollo de transectos de observación, ubicados de acuerdo a la disponibilidad y topografía del terreno, variando en número (entre cinco y diez transectos) y distancia (entre 150 y 5700 m); en cada una de las áreas evaluadas (tabla 2.8). Para cada transecto se evaluaron tanto las observaciones directas como indirectas, que incluyeron: excrementos, comederos, huellas, marcas en árboles, pelos y dormideros. Los recorridos por transectos se realizaron en la mañana, tarde y noche.





## Métodos indirectos

**Cámaras trampa:** El seguimiento en el tiempo de la presencia de las especies, fue realizado con ayuda de cámaras trampa, ubicadas en lugares seleccionados estratégicamente, de acuerdo a la combinación del tipo de cobertura vegetal y su asociación a indicios de presencia de las especies de mamíferos. Para cada área de conservación evaluada se instalaron tres cámaras que fueron activadas por 24 horas, durante 30 días. (figura 2.4).

Complementario a esto se desarrollaron encuestas a los pobladores para cada área de conservación con la finalidad de adicionar registros de especies de interés para el estudio.

## Componente aves

La presencia de las especies de aves se evaluó a través del desarrollo de transectos y recorridos de observación libres, seleccionados de acuerdo a la topografía del terreno, variando en número (entre cinco y diez transectos) y distancia (entre 150 y 5700 m); en cada una de las áreas evaluadas. En el recorrido se registraban las especies por medio visual y auditivo en un formato de campo, en el que se consignaba información como: hora, especie, número de individuos, tipo de registro, estrato y comportamiento social.

**Redes de niebla:** Para las evaluaciones de aves, se realizó de manera complementaria un muestreo con redes de niebla (entre tres y nueve redes de niebla por lugar) (figura 2.3) que fueron activadas por un tiempo variable, de acuerdo a las condiciones climáticas asociadas a cada área evaluada.



**Figura 2.3.** Equipo desarrollando instalación de redes de niebla en la reserva Sierra Morena, municipios Pijao, Quindío.



## Análisis estadísticos

Los análisis incluyeron la elaboración de cobertura de muestreo para los dos componentes y perfiles de diversidad, con la finalidad de comparar la riqueza de especies entre localidades de estudio. Todos los análisis fueron ejecutados en el software R (R Development Core Team, 2011).



**Figura 2.4.** Cámara trampa instalada cerca a abrevadero, Reserva Navarco, municipio de Salento.



## RESULTADOS

### Componente mamíferos

Se verificó la presencia de tres de las cinco especies objeto de estudio, en nueve de las 11 reservas (tabla 2.6). Este estudio incluye evidencia de la presencia de la guagua loba (*Dinomys branickii*) (figura 2.5) soportada por registros directos representados por: a) imágenes capturadas en cámara trampa, b) la recuperación de un cráneo completo más esqueleto axial parcial (figura 2.18), c) registros indirectos, representados por heces, y d) datos derivados de encuestas en las áreas de conservación. Igualmente, se verificó la presencia de venado de páramo (*Mazama rufina*) (figura 2.6), soportada por: a) imágenes capturadas en cámara trampa y b) observación directa en el páramo de Romerales (Salento, Quindío) c) registros indirectos, representados por rastros (huellas), y d) datos derivados de encuestas en las áreas de conservación. Por último se registra la presencia la marteja (*Aotus lemurinus*), verificada en imágenes fotográficas producto de los recorridos de observación (figura 2.7). Las especies las cuales no se tuvo ningún registro fueron venado conejo (*Pudu mephistophiles*) y oso perezoso (*Choloepus hoffmanni*). El esfuerzo de muestreo total para mamíferos fue de **42422 m recorridos/investigador** y un total de **2160 horas** de muestreo fotográfico continuo.

### Componente aves

Se verificó la presencia de nueve de las 13 especies de aves objeto de estudio, en diez de las 11 áreas de conservación (tabla 2.7). De la lista de aves de interés en este estudio (tabla 2.2), se verificó la presencia del terlaque andino (*Andigena hypoglauca*) (figura 2.8), el terlaque pechiazul (*Andigena nigrirostris*), pava caucana (*Penelope perspicax*) (Figura 2.9), saltador collarejo (*Saltator cinctus*) (figura 2.10) y saltarín dorado (*Xenopipo flavicapilla*) (figura 2.11) por observación directa y registros sonoros; la perdiz colorada (*Odontophorus hyperhythrus*) (figura 2.12) de acuerdo a registros visuales; y el perico paramuno (*Leptosittaca branickii*) (figura 2.13), perico de los nevados (*Bolborhynchus ferrugineifrons*), y águila crestada (*Spizaetus isidori*), de acuerdo a información indirecta contenida en encuestas realizadas. El esfuerzo de muestreo total para el componente de aves fue de **42422 m recorridos/investigador**. En cuanto a la instalación de las redes de niebla se obtuvo un total de **3240 horas/metro/red**.

## Registro de otras especies de mamíferos y aves presentes en las reservas de la CRQ

Con las metodologías implementadas se registraron **24 especies de mamíferos** pertenecientes a 16 familias y 9 ordenes; en tanto que para las aves se registraron **256 especies** pertenecientes a 46 familias y 19 órdenes.

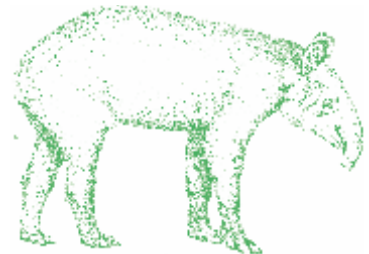
### REGISTRO DE LAS ESPECIES OBJETO DE ESTUDIO DE MAMÍFEROS Y AVES EN LAS ÁREAS DE CONSERVACIÓN.



**Figura 2.5.** Registro de (*Dinomys branickii*), imagen capturada en cámara trampa. Reserva La Montaña, Salento, Quindío.



**Figura 2.6.** Registro de (*Mazama rufina*), imagen capturada en cámara trampa. Reserva La Montaña, Salento, Quindío.







**Figura 2.7.** Registro de marteja (*Aotus lemurinus*) en el Ecoparque con cámara fotográfica en recorrido de observación (Foto: Orozco-Montilla).



**Figura 2.8.** Registro fotográfico del terlaque andino (*Andigena hypoglauca*) en la reserva Estrella de Agua, Salento-Quindío.



**Figura 2.9.** Registro de la pava caucana (*Penelope perspicax*) en el área de conservación Bremen-La Popa, Filandia-Quindío.



**Figura 2.10.** Registro de saltador collarejo (*Saltator cinctus*) en el área de conservación Sierra Morena, Pijao-Quindío.







**Figura 2.11.** Registro del saltarín dorado (*Xenopipo flavicapilla*) en el área de conservación Bremen-La Popa, Filandia-Quindío.



**Figura 2.12.** Registro de la perdiz colorada (*Odontophorus hyperhythrus*) en el área de conservación La Montaña, Salento-Quindío.

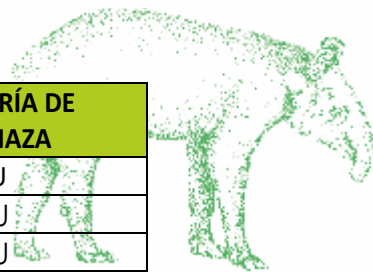


**Figura 2.13.** Registro del perico paramuno (*Leptosittaca branickii*) en el área de conservación El Jardín, Génova-Quindío.



**Tabla 2.6.** Número de registro de las especies de mamíferos de interés por áreas de conservación. Nomenclatura de las reservas: EA) Estrella de Agua; LP) La Picota; EB) El Bosque; LM) La Montaña; NA) Navarco; ET) el Tapir; SM) Sierra Morena; ECO) Eco-Parque; y BP) Bremen-La Popa; en el Departamento del Quindío.

| ESPECIE                    | NÚMERO DE REGISTROS | RESERVA                | CATEGORÍA DE AMENAZA |
|----------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| <i>Dinomys branickii</i>   | 3                   | BP,LM                  | VU                   |
| <i>Mazama rufina</i>       | 26                  | EA, LP, EB, NA, ET, LM | VU                   |
| <i>Pudu mephistophiles</i> | -                   | -                      | VU                   |
| <i>Aotus lemurinus</i>     | 1                   | ECO, SM                | VU                   |
| <i>Choloepus hoffmanni</i> | -                   | -                      | LC                   |



**Tabla 2.7.** Número de registros de especies de aves de interés por áreas de conservación. Nomenclatura de las reservas: EA) Estrella de Agua; EO) El Olvido; LP) La Picota; EB) El Bosque; LM) La Montaña; NA) Navarco; EJ) El Jardín; ET) el Tapir; SM) Sierra Morena; ECO) Eco-Parque; y BP) Bremen-La Popa; en el Departamento del Quindío.

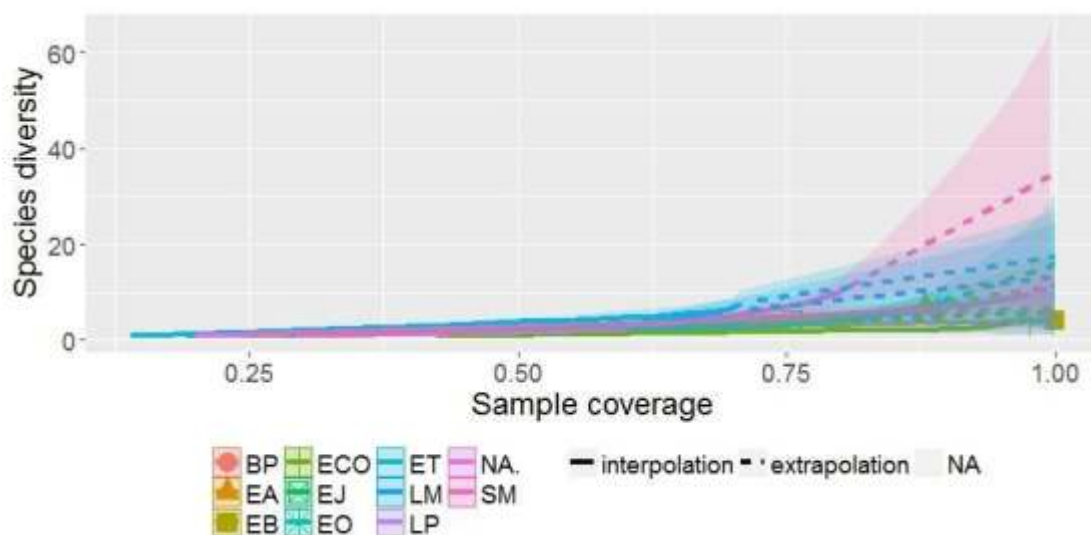
| ESPECIE                              | NÚMERO DE REGISTROS | RESERVA                    | CATEGORÍA DE AMENAZA |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|
| <i>Penelope perspicax</i>            | 5                   | BP                         | EN                   |
| <i>Odontophorus hyperythrus</i>      | 16                  | EB, EJ, EO, LM, SM         | NT                   |
| <i>Spizaetus isodori</i>             | 2                   | EA, LM                     | VU                   |
| <i>Leptosittaca branickii</i>        | 47                  | EA, EJ, ET                 | EN                   |
| <i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i> | 1                   | EA                         | VU                   |
| <i>Hapalopsittaca fuertesi</i>       | -                   | SIN REGISTROS              | CR                   |
| <i>Andigena hypoglauca</i>           | 21                  | EA, EB, EJ, ET, LM, LP, NA | NT                   |
| <i>Andigena nigrirostris</i>         | 3                   | EA, EB, LP                 | NT                   |
| <i>Grallaria milleri</i>             | -                   | SIN REGISTROS              | VU                   |
| <i>Grallaricula lineifrons</i>       | -                   | SIN REGISTROS              | NT                   |
| <i>Xenopipo flavicapilla</i>         | 1                   | BP                         | NT                   |
| <i>Chlorochrysa nitidissima</i>      | -                   | SIN REGISTROS              | VU                   |
| <i>Saltator cinctus</i>              | 1                   | SM                         | NT                   |

**Tabla 2.8.** Distancia total de los transectos de observación para cada una de las áreas de conservación.

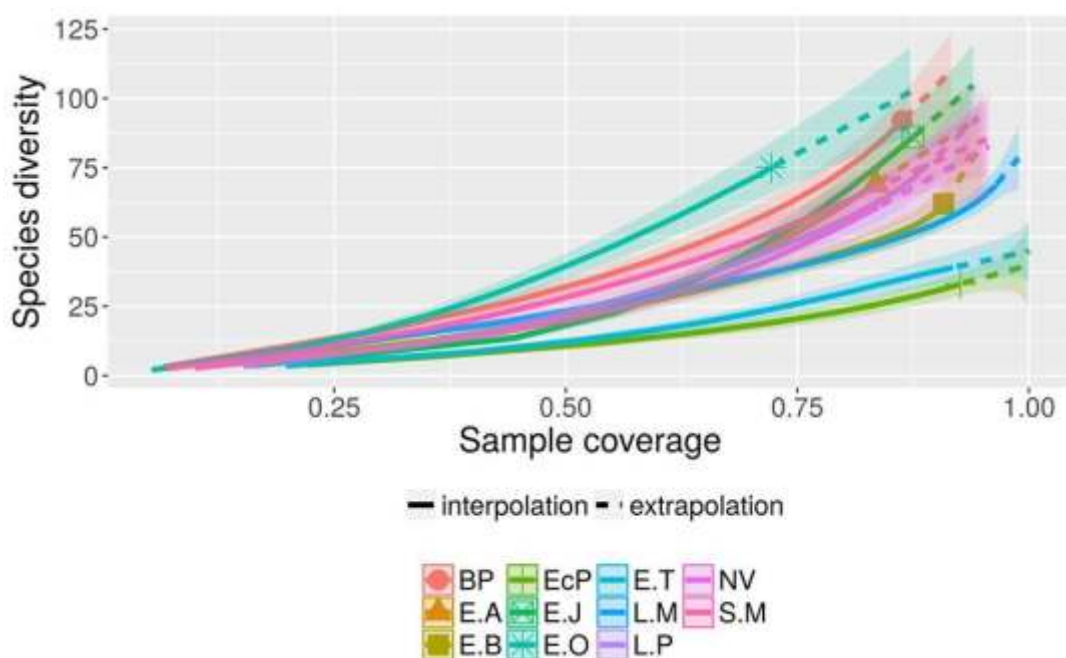
| RESERVAS         | LATITUD     | LONGITUD    | ALTITUD | TRANSECTO <sup>S</sup> | DISTANCIA (m) | DISTANCIA TOTAL (m) |
|------------------|-------------|-------------|---------|------------------------|---------------|---------------------|
| Estrella de Agua | 4°37.41'    | 75°25.871'  | 3243    | 02-jul                 | 150-2500      | 6016                |
| La Picota        | 4° 39.243'  | 75° 28.003' | 2742    | 07-jul                 | 190-1540      | 8681                |
| El Bosque        | 4°39.1566'  | 75°26.2383' | 3150    | 12-jul                 | 325-2300      | 3985                |
| La Montaña       | 4° 37.959'  | 75° 27.578' | 2918    | 25-jul                 | 327-2400      | 9827                |
| El Olvido        | 4° 42.165'  | 75° 34.464' | 2262    | 30-jul                 | 350-5700      | 9231                |
| Navarco          | 4°29.016'   | 75°33.208'  | 2972    | 17-ago                 | 160-2300      | 10960               |
| Eco-Parque       | 4°50.65667' | 75°65.925'  | 1507    | 21-sep                 | 119-479       | 1551                |
| Sierra Morena    | 4°20.442'   | 75°41.010'  | 1580    | 08-Oct                 | 640-3200      | 11794               |
| El Tapir         | 4°17.446'   | 75°37.806'  | 3064    | 13-oct                 | 545-3000      | 7005                |
| El Jardín        | 4°9.796'    | 75°45.717'  | 2428    | 22-oct                 | 107-1500      | 9694                |
| Bremen-La Popa   | 4°40.349'   | 75°36.600'  | 2075    | 03-dic                 | 1300-1900     | 6100                |



**Análisis estadísticos.**- A continuación se presentan los análisis estadísticos para los muestreos de mamíferos y aves.

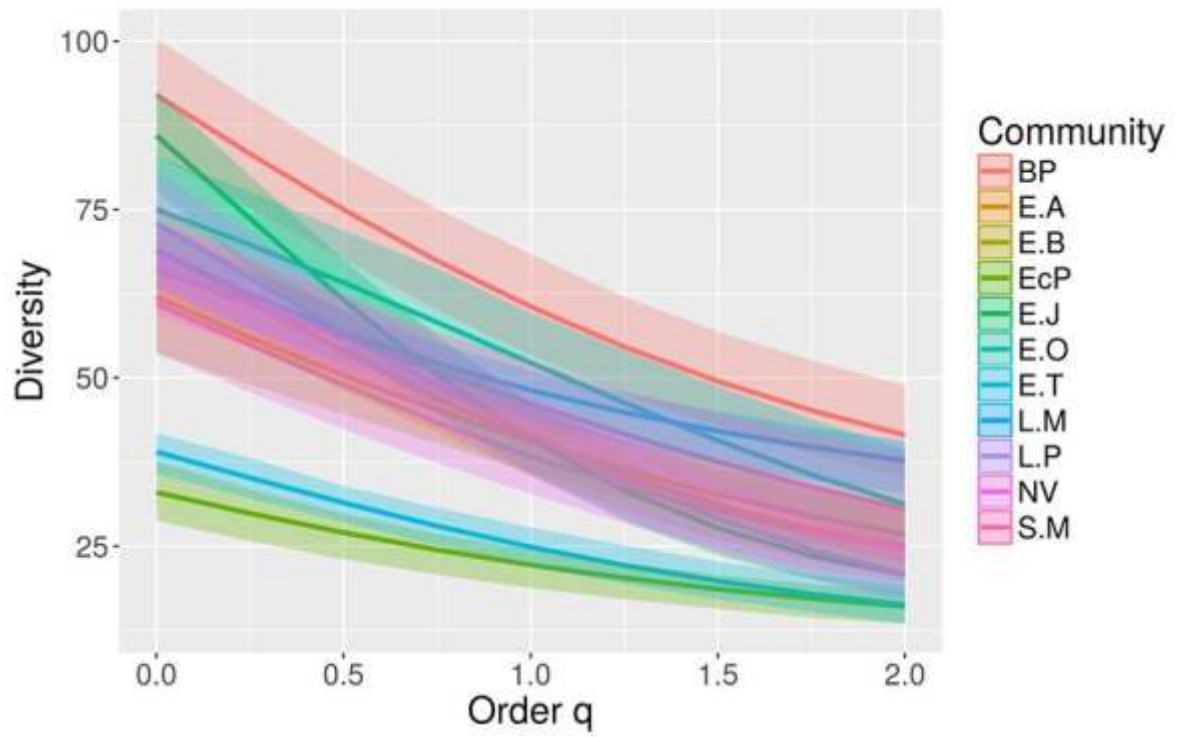


**Figura 2.14.** Esfuerzo de muestreo calculado en término de riqueza de especies de mamíferos por área analizada: EA) Estrella de Agua; EO) El Olvido; LP) La Picota; EB) El Bosque; LM) La Montaña; NA) Navarco; EJ) El Jardín; ET) El Tapir; SM) Sierra Morena; ECO) Eco-Parque; y BP) Bremen-La Popa; en el Departamento del Quindío.

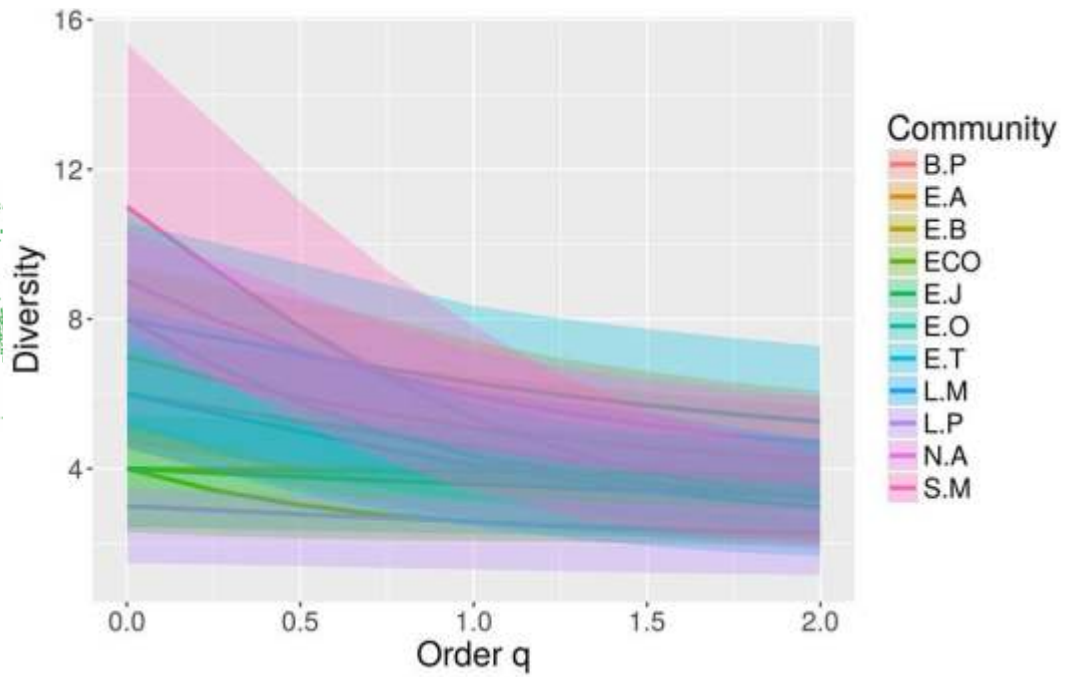


**Figura 2.15.** Esfuerzo de muestreo calculado en termino de riqueza de especies de aves por área analizada: EA: Estrella de Agua; EO: El Olvido; LP: La Picota; EB: El Bosque; LM: LaMontaña; NA: Navarco, EJ: El Jardín; ET: el Tapir; SM: Sierra Morena, ECO: Ecoparque y BP: Bremen-La Popa; en el Departamento del Quindío.





**Figura 2.16.** Perfil de diversidad para aves expresado en términos de: q0: riqueza de especies; q1: equitatividad, q2: dominancia para las 11 reservas: EA: Estrella de Agua; EO: El Olvido; LP: La Picota; EB: El Bosque; LM: La Montaña; y NA: Navarco, en el municipio de Salento.



**Figura 2.17.** Perfil de diversidad para mamíferos expresado en términos de: q0: riqueza de especies; q1: equitatividad, q2: dominancia para las 11 reservas.

## COMENTARIOS FINALES

### El estatus de conocimiento de los mamíferos del Quindío es bajo.

El análisis sobre el estatus de conocimiento de los mamíferos del departamento del Quindío, de acuerdo a nuestro cuadro comparativo sobre el número de especies reportado para la región andina con base a la lista de mamíferos de Solari *et al.* (2013), así como las adiciones a la lista de mamíferos de Ramírez-Chaves & Suarez-Castro (2014) y los registros en la lista regional de García-Herrera *et al.* (2015), revelan que el Quindío es uno de los departamentos menos conocidos en su mastofauna en la región. En este análisis se corrobora la existencia de un enmascaramiento de la biodiversidad faunística asociada al territorio quindiano; así como una baja representatividad de la fauna de mamíferos tanto en colecciones museológicas, como en la literatura científica, cuando se le compara para estos indicadores con la diversidad mastozoológica de los demás departamentos de la región andina (tabla 2.1).

**Grupos taxonómicos y atención diferencial.-** La motivación de este estudio por parte de la CRQ, ha sido sumar en el entendimiento de los patrones de distribución de grupos que según la UICN se encuentran bajo alguna categoría de amenaza, pero que a la fecha no cuentan con un plan de manejo para el Quindío. En el departamento, acciones directas de manejo han sido trabajadas para mamíferos focales y/o carismáticas, usualmente grandes carnívoros, como el puma (*Puma concolor*) y el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*). Una situación análoga, ha sido detectada para las aves, donde solo algunos grupos carismáticos como la pava caucana (*Penelope perspicax*) cuentan con un plan de manejo. Destaca que ungulados como los venados, que juegan un papel fundamental en los ecosistemas naturales, tanto como presas de grandes felinos, así como modeladores del paisaje a través de su efecto sobre la cobertura vegetal, contaron con 26 registros en seis de las 11 reservas analizadas. Desde la perspectiva de los mamíferos el venado soche se nos presenta como el candidato número uno para la elaboración de un plan de manejo.

### ¿Qué hacer con lo que se sospecha existe pero no es fácilmente detectable?-

La ausencia de conocimiento y atención sobre los mamíferos pequeños y medianos, así como muchas de las aves contenidas en la lista de especies de interés (tabla 2.2), se debe entre muchas otras causas a la baja detectabilidad que caracteriza a varios de estos organismos.





La detectabilidad de una especie es el producto combinado de las particularidades de su biología, que imponen la utilización de metodologías de registro específicas o el uso de metodologías estandarizadas por muestreos a largo plazo. Es una realidad que en la actualidad los estudios que involucran censos de larga duración, son virtualmente ausentes. La mayoría de los estudios de documentación de fauna en la actualidad, corresponden a muestreos en evaluaciones rápidas que difícilmente proveen elementos más allá de la verificación de la presencia, que permitan, un mejor diseño y puesta en marcha de acciones de manejo y conservación. Lo anteriormente planteado se hace más evidente en estudios desarrollados por personas con experiencia limitada en el trabajo ecológico, taxonómico y sistemático en campo. De acuerdo a lo anterior, el desarrollo de evaluaciones rápidas desarrolladas por instituciones serias (Instituto Alexander von Humboldt, Instituto SINCHI), involucran la incorporación de especialistas en los grupos a ser investigados, con la finalidad de aumentar el nivel de efectividad en los muestreos y el grado de resolución taxonómica en este tipo de trabajos.



En el presente estudio, la constitución del equipo de trabajo, se realizó bajo la premisa de la experiencia en la actividad de documentación de fauna en campo, lo que permitió la acumulación del alto esfuerzo de muestreo reportado en este estudio, con un promedio de más de 24 kilómetros de transectos de observación por reserva analizada (seis kilómetro/investigador). De igual manera la implementación de un diseño experimental estratégico, permitió sumar un elevado número de horas de seguimiento fotográfico (más de dos mil horas por reserva).



El registro de 23 especies de mamíferos a partir de evidencia directa (21 spp) y rastros (oso, *Tremarctos ornatus* y erizo, *Coendu sp.*); así como 228 especies de aves a partir de registros visuales, 71 a partir de registros auditivos, 6 en redes y tres en encuestas, demuestra la efectividad de la incorporación de personal calificado, el cual contó con la supervisión directa de los coordinadores expertos de sección (Hugo Mantilla-Meluk Ph.D. y Natalia Pérez). Es así como las determinaciones taxonómicas propuestas para los registros, han seguido todos los filtros de protocolo establecidos para los taxones analizados.

**Una rápida transformación del paisaje y una potencial pérdida de diversidad.**- Un rápido vistazo a las áreas circundantes a las reservas administradas por la CRQ, señalan que el Quindío exhibe una problemática ambiental que compromete su diversidad, asociada a un conjunto de factores directos e indirectos que causan impactos negativos sobre los elementos que soportan su biota, entre los que se cuentan: la tala del bosque para la apertura de la frontera agrícola; la extracción de madera y productos del bosque; la cacería y tráfico de fauna; y la contaminación resultante de las actividades domésticas e industriales; y recientemente, el riesgo

que se cierne sobre sus ecosistemas, representado por la aprobación de licencias a mega-proyectos mineros. A todos estos problemas graves, se suma como elemento el desconocimiento (ORQUÍDEA, 2012). El proceso de potrerización en el Quindío es un fenómeno en aumento. Las coberturas boscosas en el país han ido disminuyendo en los últimos años, han pasado de ser bosques a mosaicos de cultivos o pastizales. Para los períodos de 1986 a 1994 y 2001, se tiene que en el primero se perdieron en el país 622.364 ha de cobertura boscosa, lo que representa una pérdida de 76.921 ha/año, equivalente a una tasa promedio anual de 0.14%. Ésta pérdida incrementó para el período 1994-2001 a 667.285 ha, a una tasa promedio anual de 0.18% (IGAC, 2004).



La documentación de la fauna del Quindío debe ser una labor prioritaria, ya que a pesar de que se sugiere una alta diversidad aún no registrada científicamente, el departamento también se caracteriza por un alto grado de transformación de sus coberturas naturales. Del área total del departamento, el IGAC (2010) reporta que de acuerdo al método Corine Land Cover, 5336.22 ha corresponden a territorios artificializados, dentro de los cuales se encuentran zonas urbanizadas, zonas industriales o comerciales, redes de comunicación, zonas de extracción minera, escombreras e instalaciones recreativas. 98.986,67 ha pertenecen a territorios agrícolas y 2.401,70 ha a áreas agrícolas heterogéneas. Siendo el aumento de potreros uno de los procesos que ha ocasionado más transformaciones y alteraciones del suelo, lo que ha conllevado a que muchas zonas se encuentran bajo amenaza por procesos erosivos. En bosques y áreas seminaturales se registraron 51.310,49 de las cuales 34168.79 ha eran bosques (densos, abierto, de galería y ripario), 4.114,87 ha plantaciones forestales, 12.459,83 ha áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y 567 ha afloramientos rocosos, tierras desnudas y degradadas y zonas nivales (ORQUÍDEA, 2012).



El fototrampeo evidenció que la fauna local autóctona, está siendo afectada por la presencia de la ganadería (figura 2.32), presencia de humanos y animales domésticos, que potencialmente están interfiriendo en la estabilidad de la salud de las poblaciones de fauna silvestre, como lo evidencia la presencia de coatíes (*Nasua nasua*, figura 2.33) con dermatitis, similar a la reportada para perros domésticos en el área urbana de Armenia.



### Imágenes de los métodos

Imágenes que ejemplifican las metodologías implementadas corresponden a: verificación directa mediante muestreos con redes de niebla, (aves); observaciones directas en los recorridos de los transectos; imágenes capturadas en cámaras trampa (aves y mamíferos) (figuras 2.20 a la 2.27); e indirectos, mediante la búsqueda de rastros; heces (figura 2.17); pelos y plumas; análisis de vocalizaciones y encuestas dirigidas a la comunidad. Los principales rastros observados fueron heces, osaderos, marcas de garras (figura 2.18) y madrigueras.





**Figura 2.18.** Heces de puma (*Puma concolor*) halladas en plantación de pino y eucalipto.



**Figura 2.19.** Marcas de garras sobre árboles en plantación de pino y eucalipto. Reserva Navarco, municipio de Salento - Quindío.



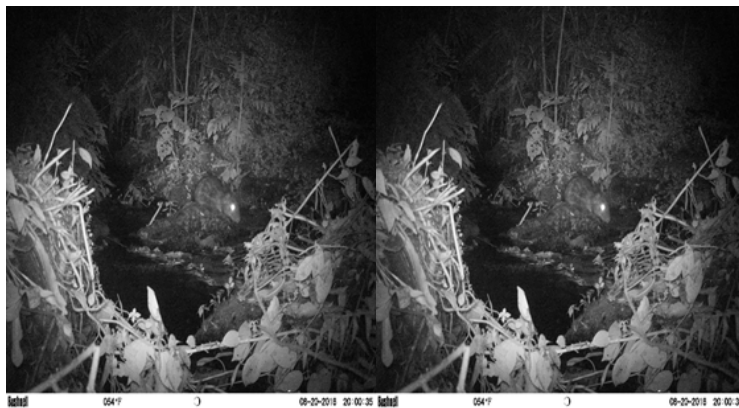
**Figura 2.20.** Cráneo completo de posible *Dinomys* sp. Reserva Estrella de Agua, municipio de Salento - Quindío.



**Figura 2.21.** *Tapirus pinchaque*, imagen capturada en cámara trampa. Reserva Estrella de Agua, Salento - Quindío.



**Figura 2.22.** *Leopardus pardalis*, imagen capturada en cámara trampa. Reserva El Tapir, Pijao - Quindío.



**Figura 2.23.** *Cuniculus paca*, imagen capturada en cámara trampa. Reserva Navarco, Salento - Quindío.







**Figura 2.24.** *Eira barbara*, imagen capturada en cámara trampa.  
Reserva El Olvido, Risaralda - Quindío.



**Figura 2.25.** *Puma yagouaroundi* imagen capturada en cámara trampa.  
Reserva El Olvido, Risaralda - Quindío.



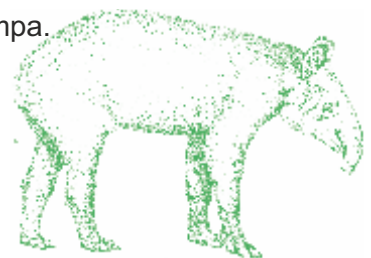
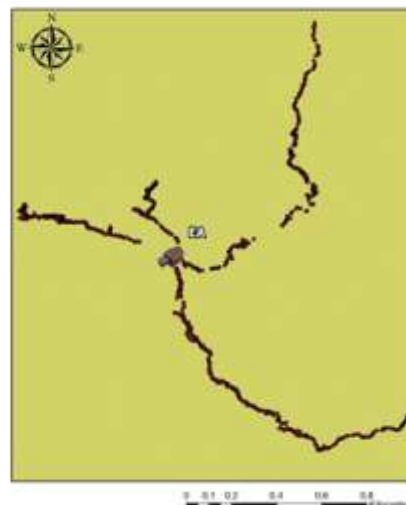
**Figura 2.26.** *Chamaepetes goudotii*, imagen capturada en cámara trampa.  
Reserva El Jardín, Génova - Quindío.



**Figura 2.27.** *Zentrygon frenata* imagen capturada en cámara trampa.  
Reserva La Montaña, Salento - Quindío.



**Figura 2.28.** *Penelope montagnii*, imagen capturada en cámara trampa.  
Reserva La Montaña, Salento - Quindío



**Figura 2.29.** Transectos de observación realizados en el área de conservación Estrella de Agua.



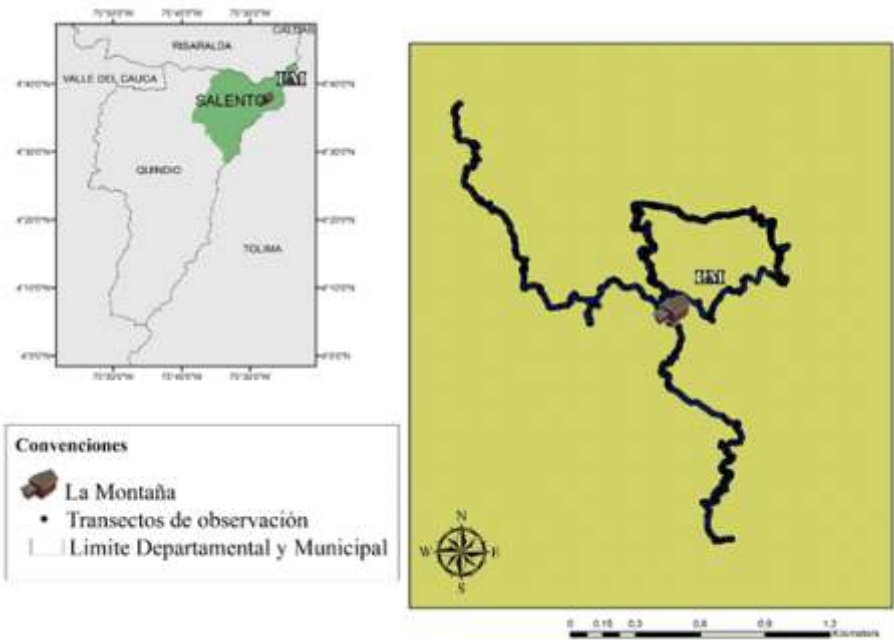


Figura 2.30. Transectos de observación realizados en el área de conservación La Montaña.

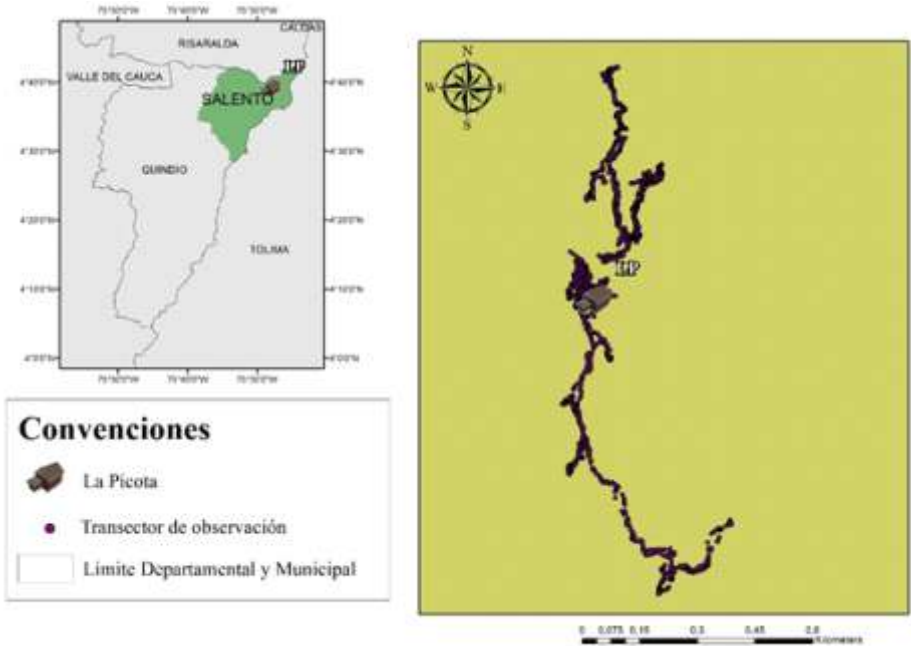
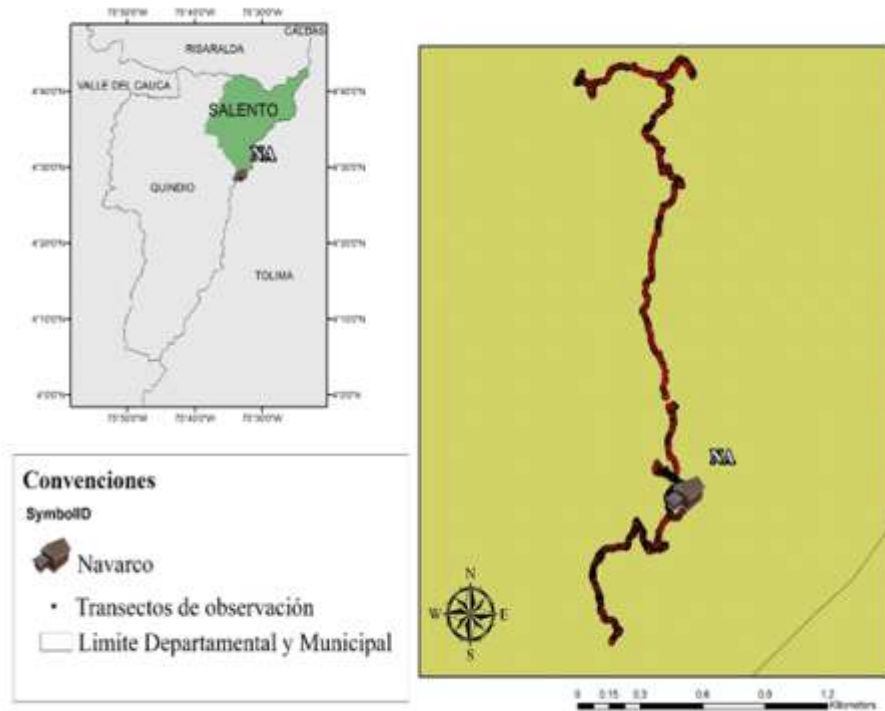
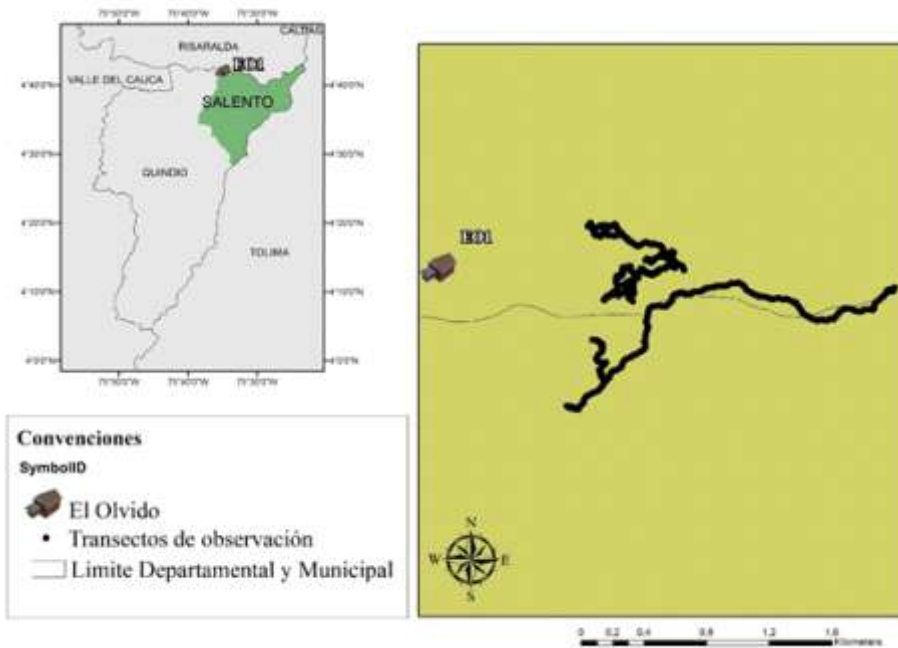


Figura 2.31. Transectos de observación realizados en el área de conservación La Picota.



**Figura 2.32.** Transectos de observación realizados en el área de conservación Navarco.



**Figura 2.33.** Transectos de observación realizados en el área de conservación El Olvido.



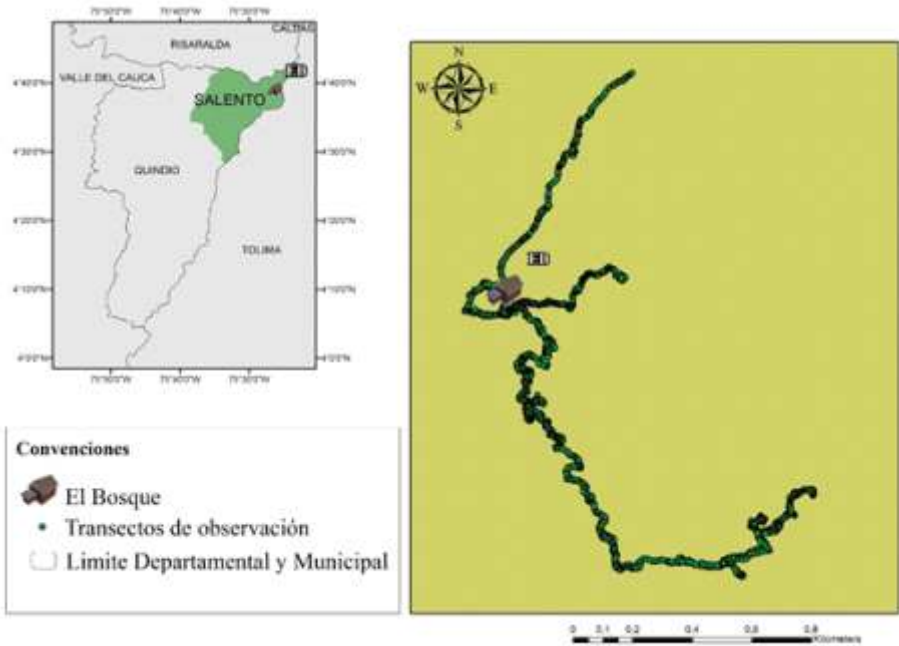


Figura 2.34. Transectos de observación realizados en el área de conservación El Bosque.

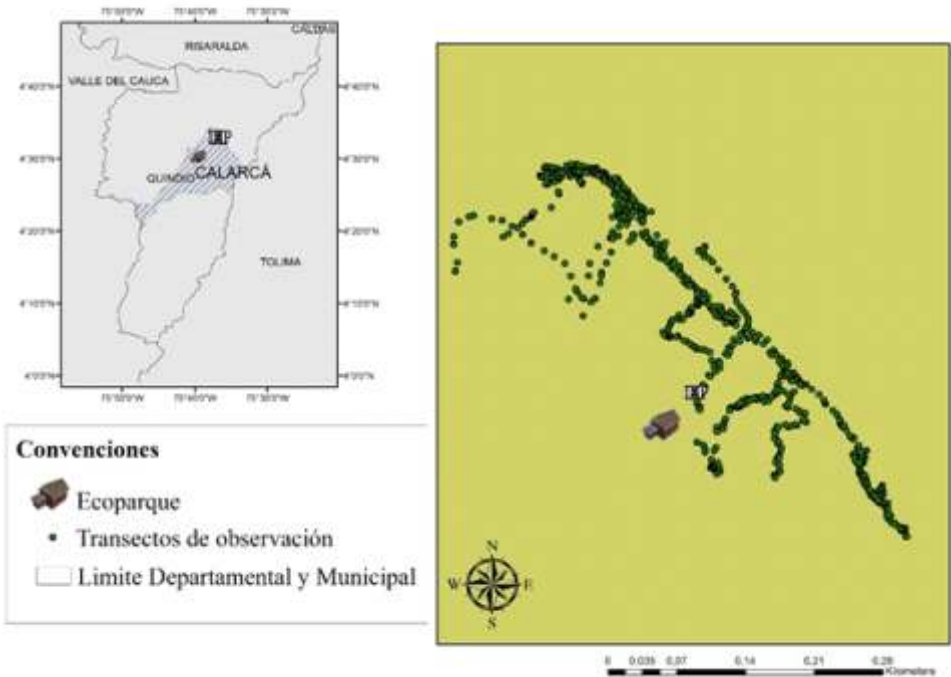
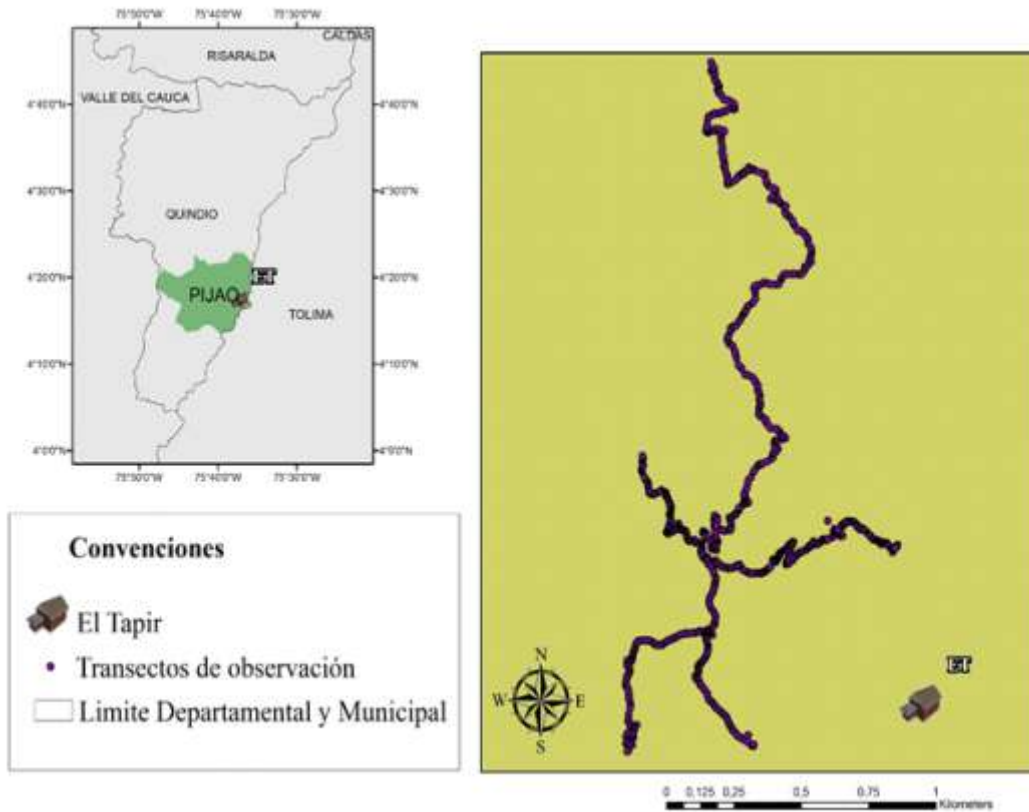
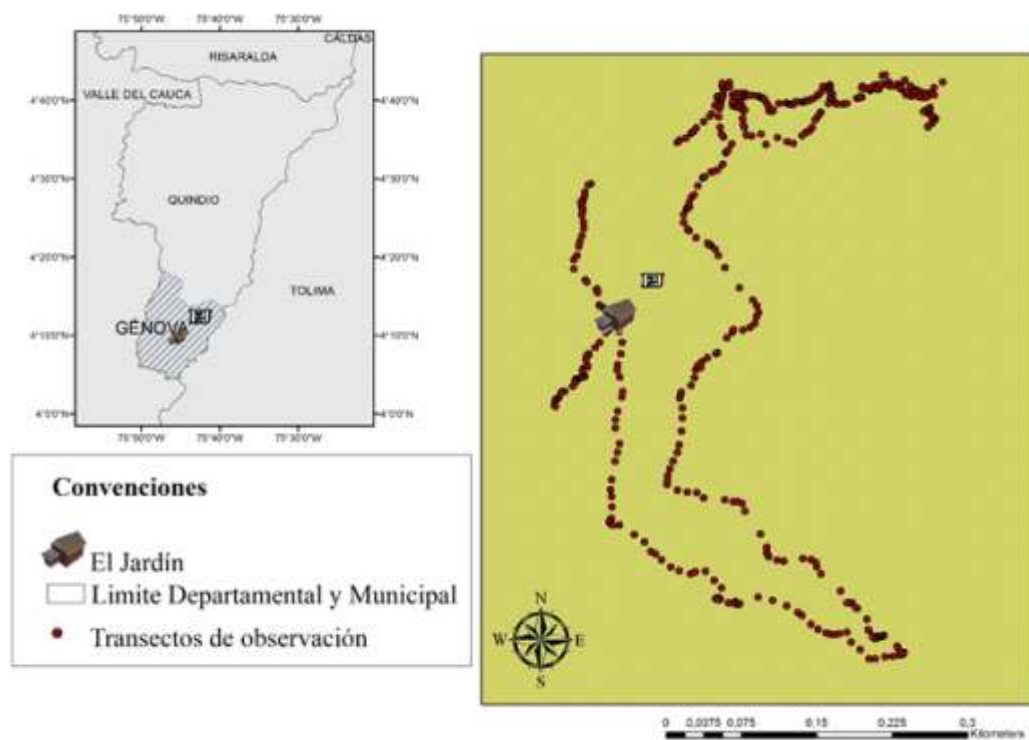


Figura 2.35. Transectos de observación realizados en el área de conservación Ecoparque.

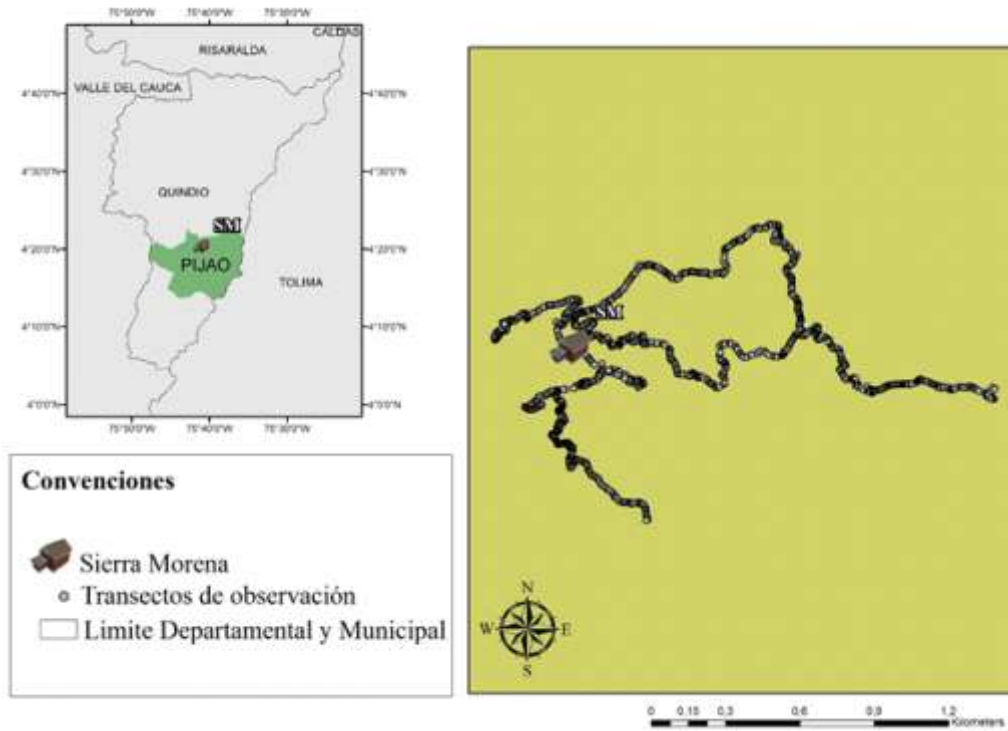


**Figura 2.36.** Transectos de observación realizados en el área de conservación El Tapir.



**Figura 2.37.** Transectos de observación realizados en el área de conservación El Jardín.





**Figura 2.38.** Transectos de observación realizados en el área de conservación Sierra Morena.

### Formatos de documentación para cada una de las actividades desarrolladas.

Con el fin de consolidar la estandarización en la toma de información a ser documentada para los grupos analizados a lo largo de las áreas protegidas a ser evaluadas, se solicitó a los líderes de cada componente formatos de documentación para cada una de las actividades a ser desarrolladas.

### Productos

Se desarrollaron formatos de documentación de la información correspondiente a los grupos de trabajo (aves y mamíferos). Se desarrollaron modelos de tres tipos de formato, tres para las actividades del componente ornitológico y un formato para la documentación de datos del componente de mamíferos (encuesta).

Formato, encuesta especies de aves. Este formato incluye las imágenes en las ilustraciones de las guías de aves de Colombia más relevantes, en las que se describen los caracteres diagnósticos de las especies (Hilty and Brown 1986; Donegan et al. 2012).

# 3

## VALORANDO LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL POR MEDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS EN LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS

**Investigador Principal:  
Felipe Román Cano**

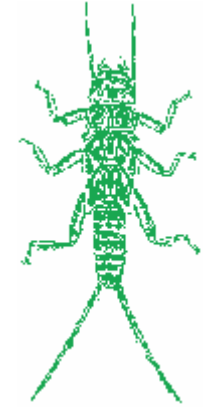


*Afluente Hídrico de la  
Reserva Natural Estrella de Agua*

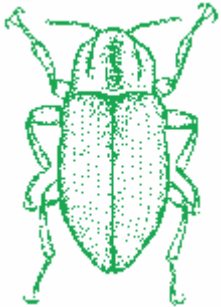


## INTRODUCCIÓN

El estudio de la biología y la ecología de las aguas continentales brindan información acerca de las características físico-químicas del agua y el tipo de flora y fauna a ellas asociadas. Mediante este tipo de investigaciones se puede conocer el estado de eutroficación o contaminación de un cuerpo de agua, su potabilidad para el consumo humano y animal y su grado de aceptabilidad para irrigación, para usos industriales, para piscicultura y demás actividades humanas relacionadas con el campo hídrico. Para decidir si un cuerpo de agua es apta para un propósito particular, debe cumplir los requisitos de calidad relacionados con su uso. El agua está contaminada cuando sufre cambios que modifica su uso real o potencial (Roldan, 1988).



La presencia de especies de invertebrados en el bentos en un lugar determinado está controlada por un gran número de factores, de manera coherente al concepto de escalas jerárquicas; estos factores van desde su distribución biogeográfica, condiciones físicas (en especial corriente y sustratos en los arroyos y ríos), la calidad físico-química del agua, la disponibilidad de hábitat adecuado y de fuentes de alimentación y la presencia de predadores, competidores y parásitos (Domínguez & Fernández, 2009). Por otro lado, el uso de los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua, tiene cada vez más aceptación entre los ecólogos y es uno de los métodos más usados en la evaluación de los impactos ambientales causados por el desarrollo de proyectos de desarrollo urbanístico o cualquier tipo de intervención antrópica que en alguna forma van a afectar los ecosistema acuáticos (Roldan, 1988).



Un aspecto fundamental en el ciclo de vida de los Macroinvertebrados es la deriva, definida como el transporte y arrastre de organismos por la corriente de un río. Para evitar pérdidas poblacionales por esta deriva, los Macroinvertebrados han desarrollado diferentes estrategias, como el remonte del río de las hembras adultas voladoras para depositar los huevos aguas arriba, tasas elevadas de reproducción y también han desarrollado estrategias morfológicas como ventosas que les permiten adherirse fuertemente y de manera temporal al sustrato (Donegan et al. 2012).

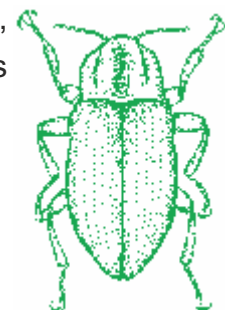
Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de los mismos por disolución o arrastre, o incluso, en caso de ciertos gases por intercambio. Esto hace que aguas dulces puedan presentar un elevado número de sustancias en su composición química

natural, dependiendo de diversos factores tales como las características de los terrenos atravesados y las concentraciones de gases disueltos (Catalán, 1990).

La composición química natural de las aguas puede verse alterada por actividades humanas: agrícolas, ganaderas e industriales, principalmente. La consecuencia es la incorporación de sustancias de diferente naturaleza a través de vertidos de aguas residuales o debido al paso de las aguas por terrenos tratados con productos agroquímicos o contaminados. Estas incorporaciones ocasionan la degradación de la calidad de agua provocando diferentes efectos negativos como: la modificación de los ecosistemas acuáticos, la distribución de los ecosistemas acuáticos, riesgos para la salud e incremento del coste del tratamiento del agua para su uso (Rodier, 1989).



Como es bien sabido, las áreas protegidas de la CRQ, tienen un gran valor en la conservar de biodiversidad del departamento, pero sobre todo desde el punto de vista legal, es de garantizar el mantenimiento en el tiempo y espacio, la cantidad y calidad de las fuentes hídricas que abastecen a los diferentes centros poblados del departamento. Por esta razón, los predios son adquiridos de forma estratégica y planificada por la autoridad ambiental en zonas de nacimientos de agua, afloramientos y zonas de paramos que terminan aportando el preciado líquido a las microcuencas y cuencas hidrográficas en el departamento.





## ¿CÓMO SE ESTUDIÓ LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LAS PRINCIPALES FUENTES HÍDRICAS DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE LA CRQ?

Para poder llegar a determinar de una forma concreta el estado actual de los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ, se debió en primer lugar plantear unas metas y objetivos que en su conjunto, condujeron a la conclusión sobre el estado con respecto a la calidad de las fuentes hídricas de las áreas protegidas de la CRQ.

Entre las metas y objetivos, para determinar la calidad del agua en los principales cuerpos de agua de las áreas protegidas de la CRQ, estuvieron:

- Georreferenciación del principal afluente hídrico y determinación de los puntos de muestreo de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ.
- Analizar el estado de la calidad del agua en el afluente principal de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ por medio de Macroinvertebrados acuáticos.
- Identificar el estado de la calidad del agua en el afluente principal de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ por medio de análisis físico-químicos.

### GEORREFERENCIACIÓN

Como primera medida para la georreferenciación, se consultó el plan de manejo de cada una de las áreas protegidas de la CRQ, obteniendo información secundaria como ubicación, número de fuentes hídrica caracterizadas, condiciones bióticas, abióticas y ficha catastral. Luego se realizó la visita a campo para verificar lo consultado en los planes de manejo y para ubicar los puntos exactos de muestro dentro del cuerpo de agua; posteriormente se tomaron las coordenadas en los puntos seleccionados, la altitud (figura 3.1) y se aplicó una encuesta para determinar algunos posibles impactos cerca de los puntos de muestreo (figura 3.2) (Carrera & fierro, 2001):



**Figura 3.1.** Georreferenciación de los puntos de muestreo por medio de GPS.

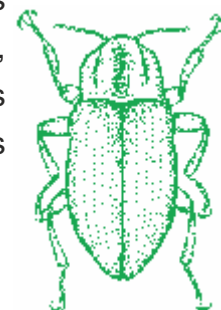


**Figura 3.2.** Toma de datos, aplicación de una encuesta para evaluar posibles impactos en los afluentes hídricos.



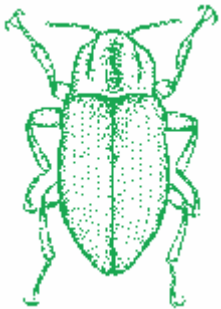
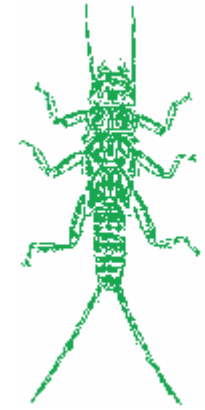
## MUESTRAS BIOLÓGICAS

Para la toma de muestras biológicas se realizaron entre una y tres salidas de campo a las áreas y núcleos de conservación. La colecta del material se realizó mediante dos técnicas, una por colecta directa, haciendo una remoción del lecho del río, removiendo algunas rocas y sedimentos donde se desprendieron los Macroinvertebrados del fondo del sustrato (figura 3.3), los cuales fueron llevados directamente con pinzas a los frascos dispuestos para recoger los individuos.



**Figura 3.3.** Colecta directa de material biológico, haciendo remoción del lecho del río, desprendiendo los Macroinvertebrados Acuáticos con pinzas para ser llevados a los frascos.

Para el método cuantitativo se realizó colectas mediante la técnica de Red Surber, seleccionando sectores de poca profundidad del afluente ubicando la red, y así estos por arrastre de la corriente llegaron hasta el fondo de la red (figura 3.4), luego se revisó el contenido de la red y se depositaron los individuos en frascos con alcohol al 70%. Adicional a esto se tomaron datos de descripción del afluente como: color, apariencia de alta o baja descomposición de materia orgánica (Buitrago, C *et al.* 2014). Después de realizar las colectas en campo y de tener en frascos y rotulado el material, se procedió a la fase de laboratorio para la identificación taxonómica de los individuos colectados, esto se hizo con un estereoscopio donde se pudieron observar los más mínimos detalles morfológicos del material colectado para así poder determinar el orden, familia y género de los Macroinvertebrados Acuáticos.



**Figura 3.4.** Captura de material biológico por medio de la técnica de Red Surber, luego de colectado el material, se disponía en alcohol al 70 % para preservar sus tejidos y estructuras para su posterior determinación taxonómica en laboratorio.

## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

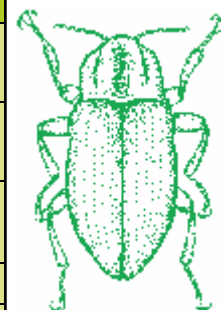
Con el fin de poder llegar a evaluar de forma general el estado de la calidad del agua en los principales afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ, se complementó el análisis con tomas de muestras de agua para el análisis fisico-químico. La fase de campo se realizó en el mismo punto de muestreo del material biológico. A continuación, se relacionan los recipientes, materiales, equipos y métodos utilizados para el análisis fisico-químico (tabla 3.1 y 3.2)

**Tabla 3.1.** Recipientes y volúmenes utilizados para el análisis físico-químico.

| RECIPIENTES Y VOLUMENES UTILIZADOS |                                                                         |         |                |        |                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|----------------|--------|-------------------------------------|
| Tipo de muestra                    | Parámetro                                                               | Volumen | Recipiente     | Tipo   | Preservación/almacenamiento         |
| Agua superficial                   | Fosfatos, Sólidos Suspendidos totales, Sólidos Totales, Dureza Cálctica | 100 mL  | Plástico       | Simple | Refrigeración a 4°C                 |
|                                    | DBO <sub>5</sub>                                                        | 300 mL  | Winkler        |        | Refrigeración a 4°C                 |
|                                    | DQO                                                                     | 250 mL  | Vidrio Amber   |        | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH<2 |
|                                    | Coliformes Totales y Fecales NMP                                        | 250 mL  | Vidrio Estéril |        | Refrigeración a 4°C                 |

**Tabla 3.2.** Equipos y métodos empleados para la determinación de parámetros físico-químicos.

| EQUIPOS Y MÉTODOS EMPLEADOS |                                             |                    |                                                                                           |                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Parámetro                   | Técnica Analítica                           | Método de Análisis | Equipo                                                                                    | Unidades                |
| pH (En sitio)               | Potenciómetro                               | SM- 4500-H+B       | Multiparámetro Marca: HACH Modelo HQ40d                                                   | UN                      |
| Temperatura (En sitio)      | Termométrico                                | SM-2550 B          | Multiparámetro Marca: HACH Modelo HQ40d                                                   | °C                      |
| Oxígeno Disuelto (En sitio) | Electrodo de Luminiscencia                  | EPA 360.3          | Multiparámetro Marca: HACH Modelo HQ40d                                                   | mg/L O <sub>2</sub>     |
| BBO <sub>5</sub>            | Incubación a 5 días                         | SM- 5210 B         | Incubadora a 20°C                                                                         | mg/L O <sub>2</sub>     |
| DQO                         | Reflujo Cerrado Micro y Espectrofotométrico | SM-5220 D          | Reactor Marca: HACH Modelo: DRB 200<br>Espectrofotómetro UV- VIS Marca: Thermo Scientific | mg/L O <sub>2</sub>     |
| Dureza Cálctica             | Volumétrico- EDTA                           | SM 3500-Ca B       | Bureta digital Marca Brand                                                                | mg/L CaCO <sub>3</sub>  |
| Fosfatos                    | Espectrofotométrico                         | SM-4500 P - E      | Digestor Marca: Velp<br>Espectrofotómetro UV- VIS Marca: Thermo Scientific                | mg/L P- PO <sub>4</sub> |
| Sólidos Suspendidos Totales | Secado a 103°C                              | SM-2540 D          | Horno de Secado Marca: BINDER, Balanza Analítica Marca: Shimadzu                          | mg/L                    |
| Coliformes totales          | Tubos Múltiples de Fermentación             | SM 9221 B          | Incubadora 35.5°C                                                                         | NMP/100 mL              |
| Coliformes Fecales          | Tubos Múltiples de Fermentación             | SM 9221 B          | Baño serológico 44,5°C                                                                    | NMP/100 mL              |



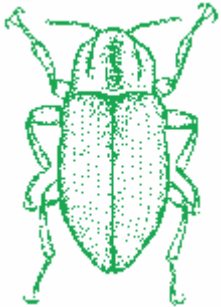


## OTROS ANÁLISIS EMPLEADOS

Los resultados obtenidos en las fases de campo y de laboratorio se analizaron mediante varios métodos como el *Análisis (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera)*, que consiste en poder determinar la abundancia de estos tres grupos de Macroinvertebrados debido a que son los más sensibles a cualquier cambio de su hábitat. El fundamento de este análisis consistió en identificar los grupos presentes en cada punto de muestreo y cuantificar la cantidad de individuos frente al grupo que corresponda.



El *Análisis de sensibilidad e índice BMWP/COL* fue otro de los métodos empleados, este método tomó en cuenta el grado de sensibilidad que tienen las diferentes familias de Macroinvertebrados a los contaminantes. Por esta razón se debió determinar la presencia de los diferentes grupos (familias), y no el número de individuos (abundancia). Para este análisis se ubicaron el número de familias encontradas en cada área de muestreo en la columna presencia que tiene cada familia, se realizó la sumatoria de toda la columna y se apuntó el resultado en totales. Este es el valor de sensibilidad que tiene la muestra. Tomando este resultado, se calculó el índice *Biological Monitoring Working Party (BMWP)* (Roldan, 2003).



Para el análisis estadístico de la información, se empleó componentes principales con el software INFOSTAT versión libre. El análisis consistió en sintetizar la información, o reducir la dimensión. Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo es reducir a un menor número perdiendo la mínima cantidad de información posible (Terradez, 2001).

En un principio se pretendía analizar cada afluente hídrico de las áreas protegidas de la CRQ, sin embargo, al realizar la primera revisión bibliográfica, visitas previas de campo y análisis con expertos, se llegó a la conclusión por algunas particularidades de ciertas áreas protegidas, sería más interesante para el estudio, realizar el análisis no por área protegida, si no por conjunto de áreas protegidas. Es así como 6 áreas protegidas se agruparon en tres grupos diferentes, debido a su cercanía y por compartir el principal afluente hídrico; a esta agrupación de áreas se les denominó Núcleos de Conservación, y no se habló del principal afluente hídrico, si no de microcuenca que comparten las áreas protegidas. Los núcleos de conservación quedaron conformados de la siguiente manera:

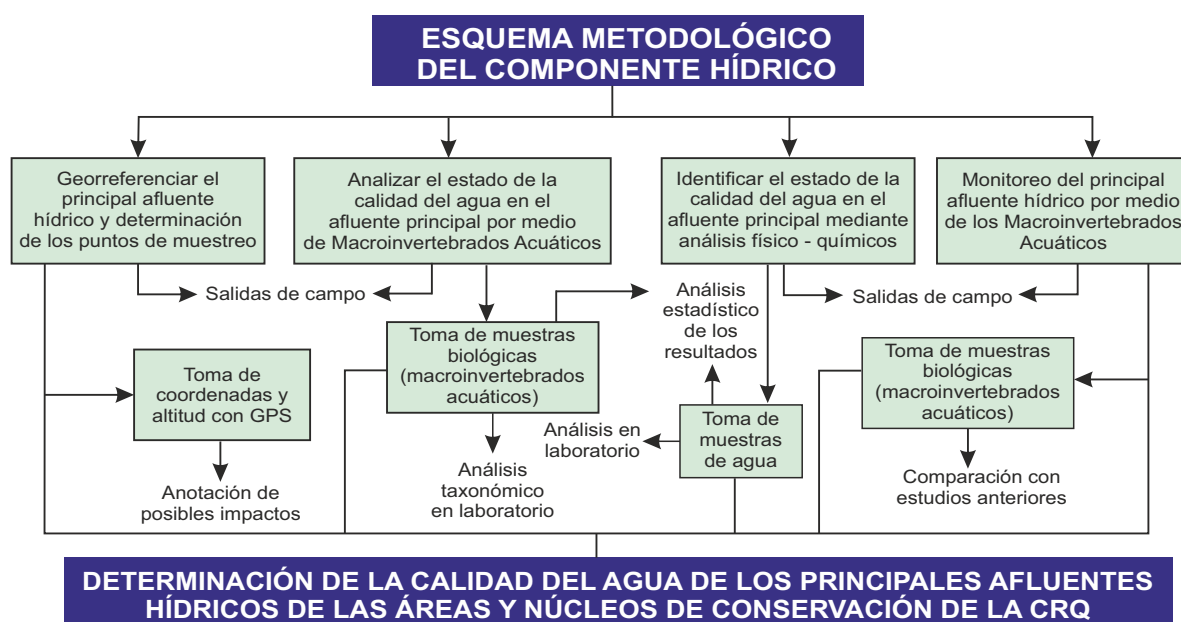
- **Núcleo de Conservación de la microcuenca del río San José:** Comprende las áreas protegidas de Estrella de Agua y La Montaña en el municipio de Salento (Núcleo Estrella de Agua).

- **Núcleo de Conservación de la microcuenca del río Cárdenas:** Comprende las áreas protegidas El Bosque y La Picota en el municipio de Salento (Núcleo El Bosque).
- **Núcleo de Conservación de la microcuenca del río Lejos:** Comprende las áreas protegidas El Tapir y Sierra Morena en el municipio de Pijao. (Núcleo El Tapir).

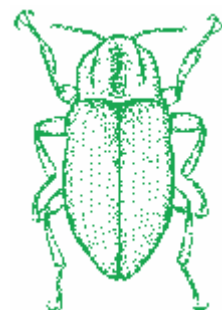
El análisis de la calidad de agua en el principal afluente hídrico de las demás áreas protegidas de la CRQ, se realizó de forma individual. A continuación, se mencionan las demás áreas protegidas de la CRQ.

- Bremen-La Popa.
- El jardín.
- La Sierra.
- Navarco.
- El Olvido.
- Parque Ecológico.

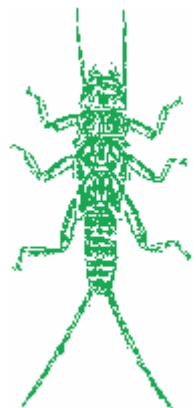
Para una mayor comprensión del desarrollo del proyecto desde su formulación, pasando por la fase de campo, de laboratorio y de análisis de resultados, se ilustra el esquema metodológico diseñado e implementado para determinar la calidad del agua de las principales fuentes hídricas en las Áreas Protegidas y Núcleos de Conservación de la CRQ (figura 3.5).



**Figura 3.5.** Esquema metodológico que resume las diferentes fases para la determinación de la calidad del agua mediante Macroinvertebrados acuáticos y Análisis Físico-químicos en las áreas y núcleos de conservación de la CRQ.



## ¿QUÉ SE ENCONTRÓ, Y QUÉ FUE LO MÁS SIGNIFICATIVO DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA POR MEDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS?

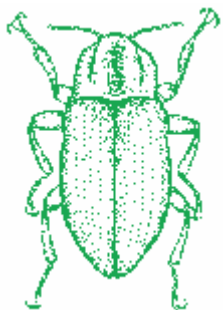


El resultado del análisis de la calidad del agua de los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ, se dio de forma conjunta, contrastando los análisis biológicos con los análisis físico-químicos. Con el fin de continuar con la secuencia lógica del desarrollo metodológico planteado anteriormente, se ilustrarán los resultados más significativos sobre la calidad del agua de dichos afluentes hídricos. En este capítulo, se resaltan los resultados más representativos del análisis de la calidad del agua de los principales afluentes hídricos de la CRQ.

### **Georreferenciación**

Las áreas protegidas de la CRQ están distribuidas de la siguiente manera (figura 3.6):

- 4 áreas y/o núcleos de conservación se encuentran en el municipio de Salento (La Sierra, Navarco, Núcleo el Bosque y Núcleo Estrella de Agua).
- 2 áreas protegidas se encuentran en el municipio de Filandia (Bremen-La Popa y El Olvido).
- 1 núcleo de conservación se encuentra en el municipio de Pijao (Núcleo El Tapir).
- 1 área protegida se encuentra en el municipio de Calarcá (Parque Ecológico).
- 1 área protegida se encuentra en el municipio de Génova (El Jardín).



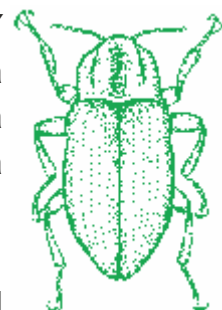
Estas áreas y núcleos de conservación representan una porción significativa de la zona alta del departamento del Quindío, debido a que han sido adquiridas bajo el artículo 111 de la ley 99 de 1993. Este artículo hace referencia a la obligación que tienen las entidades gubernamentales de invertir el 1% de sus ingresos anuales a la compra y mantenimiento de áreas con interés para la conservación y abastecimiento del recurso hídrico.

Es decir, que las áreas y núcleos de conservación son estratégicamente importantes para el departamento por su valor ecológico en cuanto al mantenimiento y conservación del recurso hídrico. Con base en lo anterior, estas áreas y núcleo de conservación se encuentran en las zonas altas del departamento, donde nacen las quebradas y/o ríos (primer orden), o en su defecto, donde tienen influencia como es en las márgenes de determinada microcuenca.



**Figura 3.6.** Mapa del departamento del Quindío con la ubicación de las áreas y núcleos de conservación en cada municipio. Tomado del SIG Quindío, 2017.

Los puntos de muestreo que registraron la mayor altitud (msnm), se encuentran la zona alta de Navarco con 3142 msnm, seguido de la zona alta del núcleo El Tapir con 3120 msnm y el segundo punto de la zona alta del núcleo El Tapir con 3008 msnm. Y los puntos de muestreo que por lo contrario registraron una menor altitud, están la zona baja del Parque Ecológico con 1487 msnm, en segundo lugar, se encuentra la zona baja del núcleo el Tapir con 1753 msnm y el siguiente fue el segundo punto de la zona baja también del núcleo el Tapir con 1880 msnm (tabla 3.3).



**Tabla 3.3.** Resultados de la Georreferenciación en la fase de campo. Se muestran el municipio donde se encuentra cada área y núcleo de conservación, las coordenadas y la altitud para cada uno de los puntos de muestreo.

| Coordenadas de los puntos de muestreo en los principales afluentes hídricos de las Áreas Protegidas de la CRQ. |           |                                  |                           |                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------|----------------|-----------|
| Área Protegida                                                                                                 | Municipio | Coordenadas                      |                           | Altitud (msnm) |           |
|                                                                                                                |           | Zona Alta                        | Zona baja                 | Zonal Alta     | Zona baja |
| Bremen-La Pupa                                                                                                 | Filandia  | 4°40' 25" N 75° 36' 42" W        | 4°39' 41" N 75° 38' 39" W | 2090           | 1900      |
| EL Jardín                                                                                                      | Génova    | 4°09' 56" N 75° 45' 16" W        | 4°09' 58" N 75° 45' 26" W | 2980           | 2479      |
| La Sierra                                                                                                      | Salento   | 4°41' 58" N 75° 32' 41" W        | 4°32' 17" N 75° 25' 12" W | 2502           | 2210      |
| Navarco                                                                                                        | Salento   | 4°28' 53" N 75° 32' 58" W        | 4°29' 17" N 75° 33' 24" W | 3142           | 2918      |
| Núcleo El Bosque                                                                                               | Salento   | 4°50' 18" N 75° 37' 26" W        | 4°39' 08" N 75° 26' 14" W | 2879           | 2812      |
|                                                                                                                |           | 4°47' 19" N 75° 35' 16" W        | 4°39' 14" N 75° 28' 0" W  | 2810           | 2641      |
| Núcleo Estrella de Agua                                                                                        | Salento   | 4°37' 25" N 75° 25' 51" W        | 4°37' 41" N 75° 27' 25" W | 2808           | 2280      |
|                                                                                                                |           | 4°37' 26" N 75° 25' 37" W        | 4°37' 48" N 75° 28' 4" W  | 2860           | 2220      |
| Núcleo El Tapir                                                                                                | Pijao     | 4°17' 23.13" N 75° 37' 020.43" W | 4°20' 21" N 75° 40' 57" W | 3008           | 1880      |
|                                                                                                                |           | 4°17' 623.1" N 75° 37' 63.1" W   | 4°20' 22" N 75° 41' 38" W | 3120           | 1753      |
| El Olvido                                                                                                      | Filandia  | 4°42' 29.2" N 75° 34' 50.468" W  | 4°42' 28" N 75° 34' 34" W | 2110           | 2020      |
| Parque Ecológico                                                                                               | Calarcá   | 4°30' 28" N 75° 39' 33" W        | 4°30' 19" N 75° 39' 35" W | 1498           | 1487      |

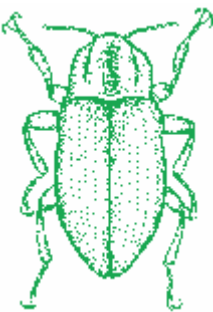


MUESTRAS BIOLÓGICAS

Los principales afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ presentar una serie de condiciones e impactos muy características entre sí; esto se da principalmente por su ubicación, accesibilidad, el entorno en el que se encuentra (vocación de la zona, dinámicas de los vecinos) y lejanía de los cascos urbanos.



Con base en lo anterior, se evidenció la necesidad en primera medida de evaluar de forma subjetiva los posibles impactos que pudieran estar presentando los cuerpos de agua de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ; la evaluación se realizó mediante una aplicación de una encuesta (tabla 5), tomada de (Carrero & Fierro, 2001), que contienen una serie de preguntas. De los resultados más relevantes de este diagnóstico inicial, están que la mayoría de las áreas y núcleo de conservación no tienen una relación directa con cultivos y los afluentes hídricos; también se resalta la relación que hay entre los cauces de los ríos y la presencia de gran variedad de plantas y animales silvestres.



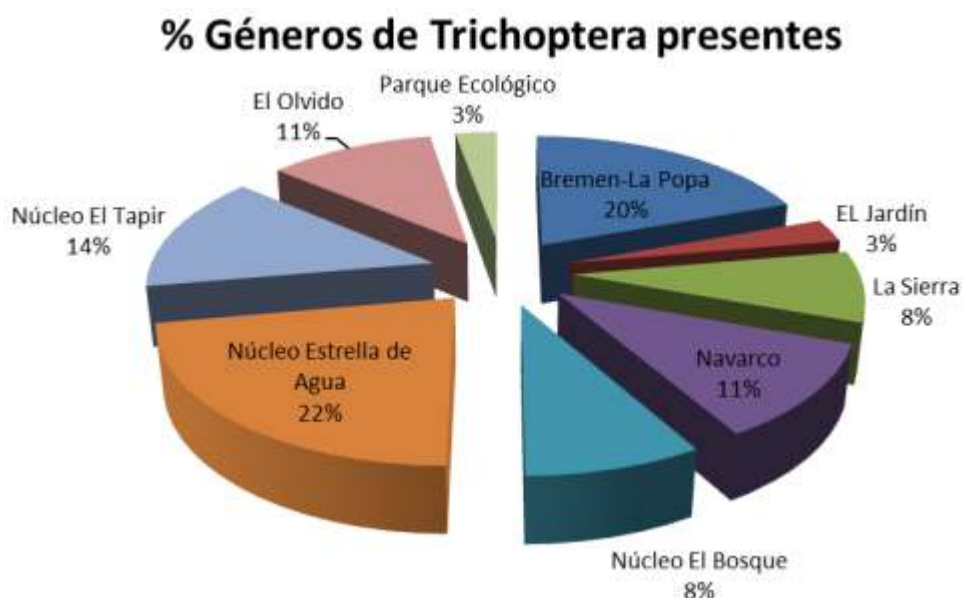
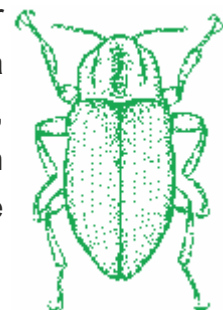
Por otro lado, la mayoría de afluentes hídricos presentan unas aguas corrientosas y transparentes, exceptuando el área La Sierra, debido posiblemente al bajo cauce que presenta y el alto grado de materia orgánica presente en la zona. A continuación, se muestran los resultados del diagnóstico preliminar a los principales afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación (tabla 3.4).

**Tabla 3.4.** Diagnostico preliminar del estado de los afluentes hídricos en los puntos de muestreo para cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. En los informes técnicos de cada una de las áreas se amplía la información los cuales se encuentran en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.

| Condiciones del afluente hídrico                                                 | Respuesta | Áreas Protegidas CRQ                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿La orilla tiene abundante vegetación?                                           | SI        | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, Navarco, N. EL Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico |
|                                                                                  | NO        |                                                                                                                 |
| ¿Hay áreas con gran variedad de animales y plantas?                              | SI        | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, Navarco, N. EL Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico |
|                                                                                  | NO        |                                                                                                                 |
| ¿Existen cultivos cerca del rio?                                                 | SI        | La Sierra, N. El Tapir                                                                                          |
|                                                                                  | NO        | El Jardín, Bremen- La Popa, Navarco, N. El Bosque, N. Estrella, EL Olvido, P. Ecológico                         |
| ¿Hay ganado cerca del afluente?                                                  | SI        | El Jardín, Bremen- La Popa, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico                                                |
|                                                                                  | NO        | La Sierra, Navarco, N. El Bosque, N. Estrella                                                                   |
| ¿Existen áreas de cuerpo de agua canalizadas, represadas o desviadas para riego? | SI        | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, N. El Ta pir, EL Olvido, P. Ecológico                                    |
|                                                                                  | NO        | Navarco, N. El Bosque, N. Estrella                                                                              |
| ¿El agua es corrientosa y transparente?                                          | SI        | El Jardín, Bremen- La Popa, Navarco, N. El Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico            |
|                                                                                  | NO        | La Sierra                                                                                                       |

|                                                                               |    |                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ¿Tiene olores extraños?                                                       | SI |                                                                                                                 |
|                                                                               | NO | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, Navarco, N. EL Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico |
| ¿Hay basuras, troncos o plantas cortando el flujo del agua y creando pozas?   | SI | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, Navarco, N. EL Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido               |
|                                                                               | NO |                                                                                                                 |
| ¿Se arrojan al agua desechos sólidos o industriales?                          | SI | N. El Tapir                                                                                                     |
|                                                                               | NO | El Jardín, Bremen- La Popa, La Sierra, Navarco, N. EL Bosque, N. Estrella, EL Olvido, P. Ecológico              |
| ¿El río tiene muchas corrientes, pozas y rápidos, una a continuación de otra? | SI | El Jardín, Bremen- La Popa, Navarco, N. El Bosque, N. Estrella, N. El Tapir, EL Olvido, P. Ecológico            |
|                                                                               | NO | La Sierra                                                                                                       |

Para el trabajo de calidad de agua por medio de Macroinvertebrados Acuáticos realizado, se resalta la prevalencia del orden Trichoptera con una mayor cantidad de géneros encontrados por área de estudio. Los Trichopteros son insectos holometábolos, es decir, la larva es muy diferente físicamente al adulto, las larvas viven en todos los tipos de hábitat, pero en los loticos fríos es donde aparece con mayor frecuencia (Roldan, 1996). Cuando se analizan los resultados de los afluentes hídricos de las áreas de la CRQ, encontramos el mayor porcentaje de géneros de este orden, que se asocian a las áreas con un registro de temperaturas bajas y localizadas en una altitud alta (ver tabla 3.3). Las áreas que registraron un mayor número de géneros de este orden fueron: el núcleo de conservación Estrella de Agua con un 22%, Bremen-La Popa con un 20% y el Núcleo el Tapir con un 14% (figura 3.7), al relacionar estos datos con las temperaturas del agua (ver tabla 3.3), coinciden con lo reportado por Roldan (1996), sobre la relación entre la aparición de los taxos de Trichoptera y las bajas temperaturas.

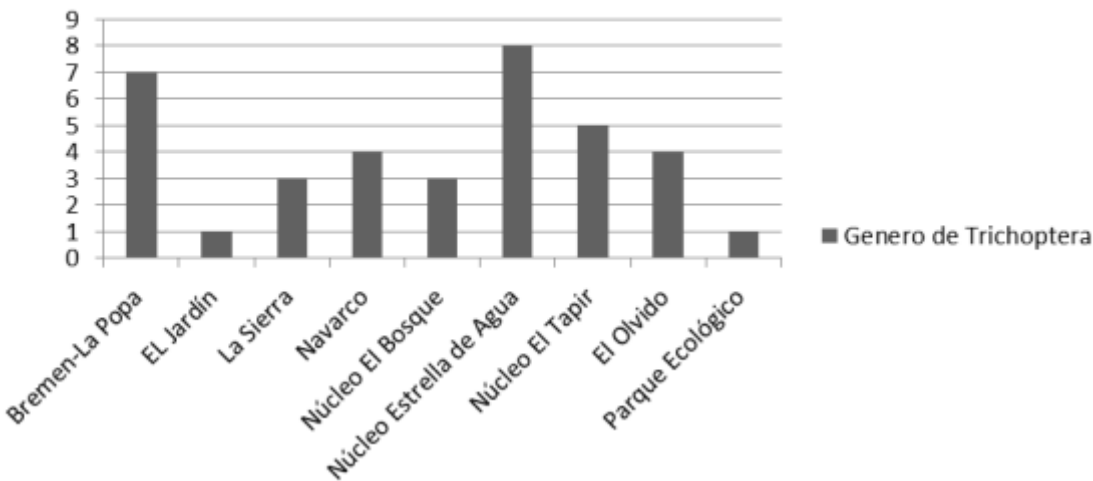
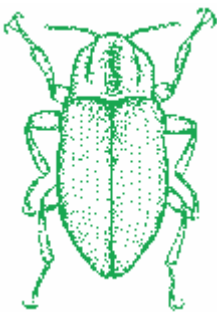


**Figura 3.7.** Porcentaje de géneros del orden Trichoptera en los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ.



De lo anterior, se puede afirmar que la condición cosmopolita de este orden no es ajena a la investigación, además de establecer relaciones comparativas con la presencia de estos taxa en los cuerpos de agua de cada una de las áreas protegidas de la CRQ, habla de una dinámica ecosistémica adecuada dentro de los afluentes, ya que la mayoría de los Trichopteros además, viven en aguas con buenas corrientes, limpias y oxigenadas. Según la literatura, Trichoptera en general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas, lo que indica que tienden a tolerar agentes contaminantes dentro de los cuerpos de agua en poca medida. Su frecuencia de aparición dentro los afluentes de las áreas protegidas y núcleos de conservación de la CRQ estuvo mediada en un promedio de tres a cinco géneros del orden Trichoptera determinados taxonómicamente por área objeto de investigación (figura 3.8).

Géneros de Trichoptera encontrados en cada Área Protegida



**Figura 3.8.** Gráfica del número de géneros de Trichoptera encontrados en cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ.

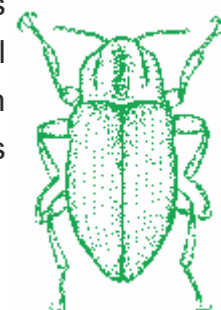
Como se puede observar en la (figura 3.7), el área protegida o núcleo de conservación que reportó mayor número de géneros del orden Trichoptera (Figura 3.9 y 3.10) fue el núcleo Estrella Agua con ocho géneros seguido por el área de Bremen - La Popa con siete géneros; el área que reporto menos géneros de este orden fue el Parque Ecológico con un género.



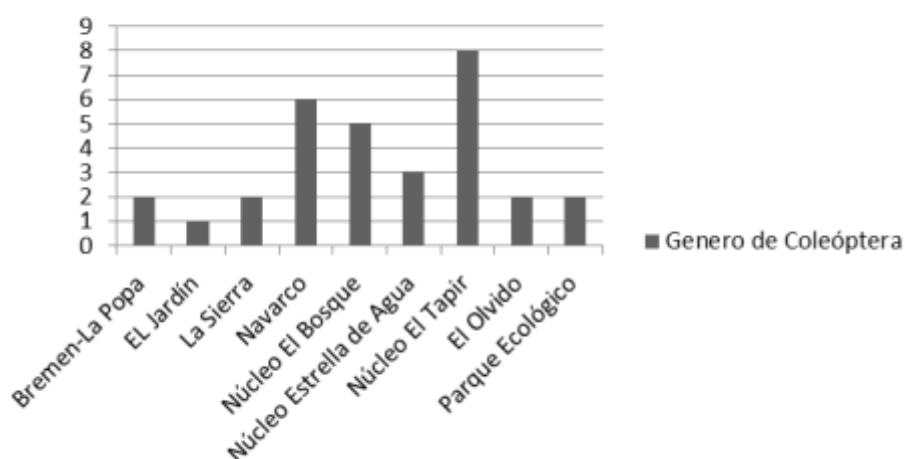
**Figuras 3.9 y 3.10.** Algunos individuos del orden Trichoptera colectados en las áreas y núcleos de conservación, vistos a través del estereoscopio en un aumento de 10x.



El orden Coleóptera ocupó el segundo lugar en orden de aparición dentro de la investigación, ya que en cada una de las áreas, los taxa de este orden aparecieron con una frecuencia de dos a tres géneros por área de estudio, indicando que los afluentes poseen una estructura propicia para la aparición de estos individuos, ya sea por sustratos representativos para estos individuos como son troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y la vegetación sumergente y emergente. En conclusión, zonas del cuerpo de agua que no presentan una alteración ecosistémica grave y que no afecta la dinámica del cuerpo de agua, permitiendo observar con el estudio que los factores de contaminación dentro de los cuerpos de agua no son mayores, esto demostrado por la frecuencia con la que fueron encontrados los individuos del orden Coleóptera dentro de los afluentes.



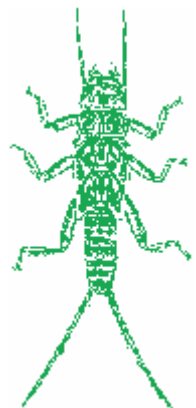
### Géneros de Coleóptera presentes



**Figura 3.11.** Número de géneros registrados para cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. Para ampliar la información sobre los resultados del estudio, revisar el informe técnico de cada una de las áreas y núcleos de conservación en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.

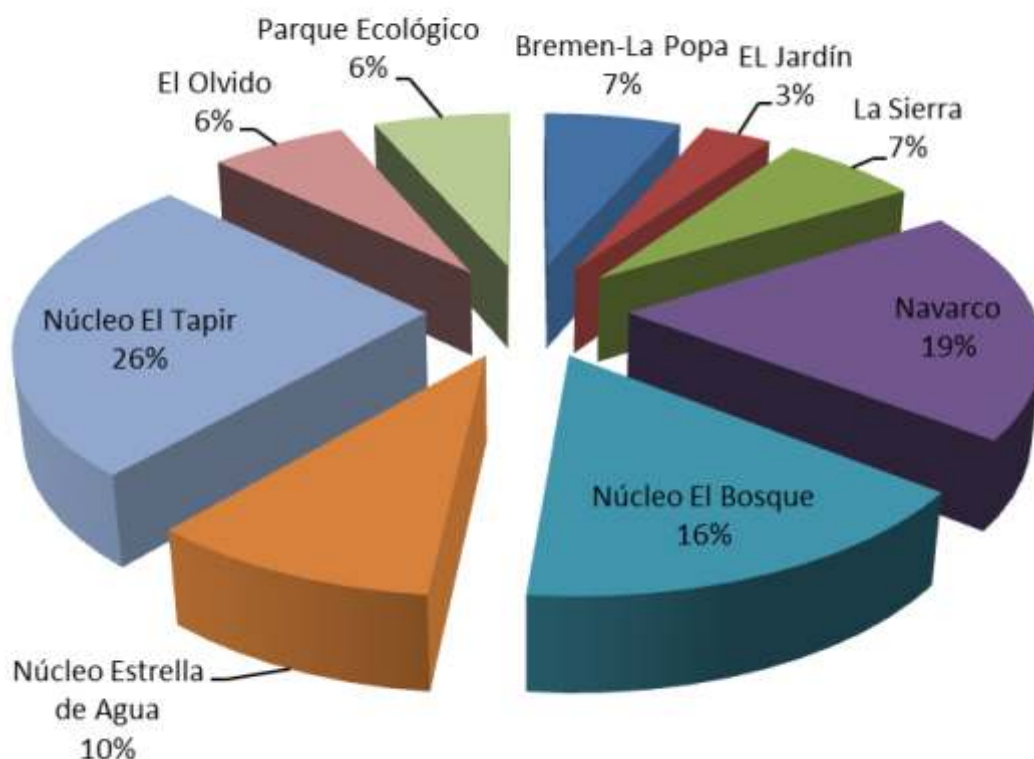


Como se puede apreciar en la (figura 3.11), en todos los afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación hubo registros del orden Coleóptera. El área o núcleo de conservación que más registros obtuvo fue El Tapir con 8 géneros, seguido del área de Navarco con seis géneros y el núcleo Estrella de Agua con cinco géneros.



En termino de porcentajes, el núcleo de conservación que mayores géneros de coleóptera se registraron en su principal afluente hídrico fue el Tapir con un 26%, seguido del área protegida Navarco con un 19% de los géneros y el núcleo el Bosque con 16% de los géneros. Por lo contrario, el principal afluente hídrico del área protegida el Jardín fue el que registro el menor porcentaje de géneros de coleóptera con un 3%, lo que puede estar mediado por los posibles impactos negativos en el área y el afluente hídrico (figura 3.12).

### % Géneros de Coleóptera presentes

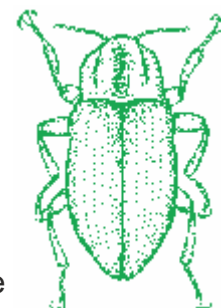


**Figura 3.12.** Porcentaje de géneros presentes en los principales afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. Para ampliar la información sobre los resultados del estudio, revisar el informe técnico de cada una de las áreas y núcleos de conservación en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.

El grupo en términos generales es complejo por lo extenso y a que muchos de los Coleópteros son semiacuáticos, lo que se convierte en un factor difícil para poder definirlos como acuáticos o terrestres, aún más, algunas formas terrestres pueden caer accidentalmente al agua, lo que hace aún más difícil su clasificación. Adicionalmente, los Coleópteros (figuras 3.13 y 3.14) se asocian a aguas someras en donde la velocidad de corriente no es fuerte, aguas limpias, con concentraciones de oxígeno alto y temperaturas medias (Roldan, 1996); lo cual concuerda con la aparición de individuos de este grupo en las áreas y núcleos de conservación de la CRQ, que por su grado de conservación, se encontraba una gran cantidad de materia orgánica (hojas y troncos) en procesos de descomposición en los cuerpos de agua (ver tabla 3.5).

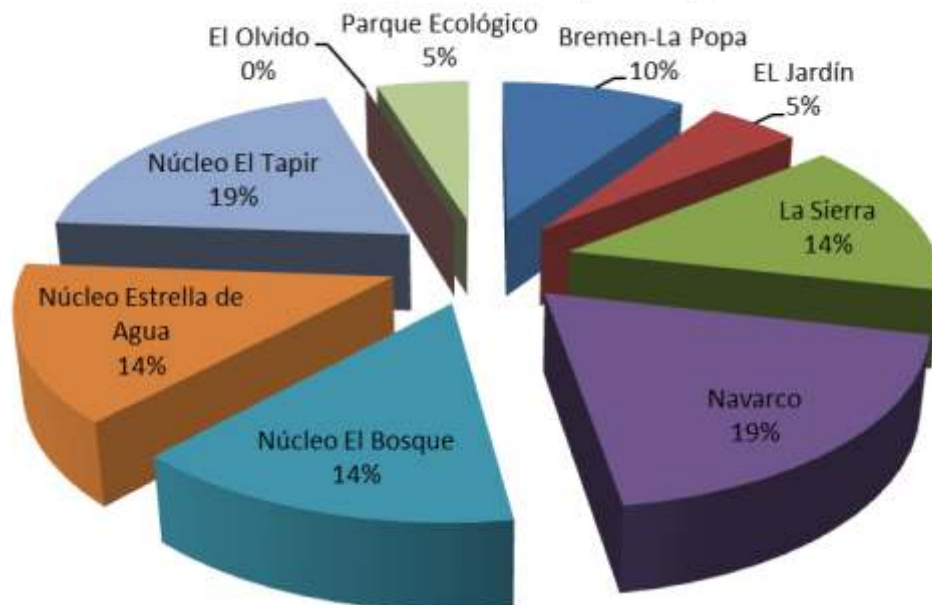


**Figuras 3.13 y 3.14.** Algunos individuos del orden Coleóptera colectados en las áreas y núcleos de conservación, vistos a través del estereoscopio en un aumento de 10x.



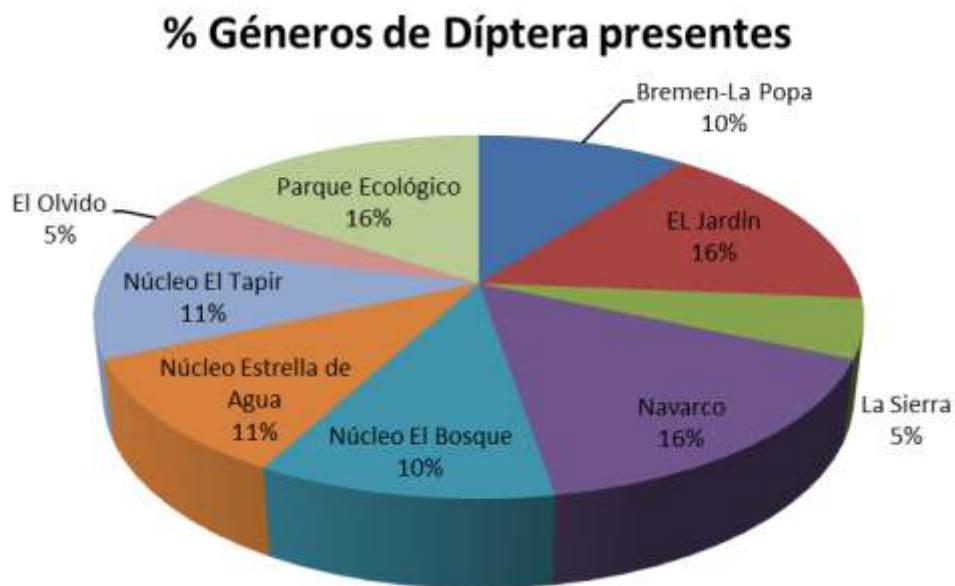
Ephemeroptera fue el orden siguiente en cuanto a frecuencia de aparición dentro de la investigación, los individuos identificados taxonómicamente tuvieron una frecuencia de aparición de dos a tres géneros por área de estudio, aunque no tuvo aparición dentro de un área de estudio (El Olvido) a pesar del esfuerzo de muestreo realizado, esto habla mucho de la sensibilidad de estos taxa ante factores de perturbación dentro del ecosistema acuático; en el área donde no se encontró este orden es en el cual según lo demostrado en la investigación es muy probable que en el cuerpo de agua estén haciendo vertimientos de algún agente contaminante dentro de los procesos de fumigación en los cultivos de los predios vecinos. Factores como estos no fueron prevalentes dentro de las otras áreas de estudio. Los Ephemeropteros son propios de aguas corrientes limpias y bien oxigenadas, solo algunas especies parecen tolerar algún grado de contaminación. En general se consideran indicadores de buena calidad de agua, lo que se refleja en su frecuencia de aparición dentro de la investigación, podría responder a un estado de conservación óptimo para los afluentes de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ (figura 3.15).

## % Géneros de Ephemeroptera presentes

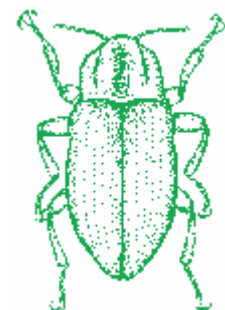


**Figura 3.15.** Porcentaje de géneros del orden Ephemeroptera en los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ. Para ampliar la información sobre los resultados del estudio, revisar el informe técnico de cada una de las áreas y núcleos de conservación en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.

En este orden, Díptera fue el orden con más presencia dentro del estudio, su frecuencia de aparición estuvo en uno a dos géneros por afluente, demostrando una dinámica dentro de los parámetros normales en los cuerpos de agua, ya que para este orden se pueden encontrar en hábitats muy variados con depósitos de agua en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos (Roldan, 1996). Sus representantes de aguas limpias son la familia Simuliidae con una amplia frecuencia de aparición dentro del estudio, y para aguas contaminadas Tipulidae y Chironomidae con una baja o nula frecuencia de aparición, solo prevaleciente en áreas como el Tapir y Navarco (figura 3.16), donde la aparición de estos individuos se justifica por presencia de heces dentro del afluente pero originadas por la presencia de mastofauna y avifauna silvestre de la zona, dejando ver procesos naturales dentro del bosque, ya que los estudios físico-químicos no evidenciaron factores contaminantes dentro de estos afluentes (ver figuras 3.17 y 3.18).



**Figura 3.16.** Porcentaje de géneros del orden Díptera en los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ. Para ampliar la información sobre los resultados del estudio, revisar el informe técnico de cada una de las áreas y núcleos de conservación en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.



**Figuras 3.17 y 3.18.** Algunos individuos del orden Díptera colectados en las áreas y núcleos de conservación, vistos a través del estereoscopio en un aumento de 10x.

Es de resaltar que esta investigación presenta un detallado análisis de bioindicación, el cual permite descubrir aspectos de la biología y ecología de las especies de Macroinvertebrados Acuáticos y el equilibrio ecosistémico en cada una de las áreas protegidas de la CRQ. Mediante este estudio se logró determinar el estado de eutroficación de un cuerpo de agua, su potabilidad mediante los análisis físico-químicos complementarios realizados, su grado de aceptabilidad para irrigación, si



las actividades productivas en la cercanía de los cuerpos de agua afectaron de manera directa la estructura de los afluentes.

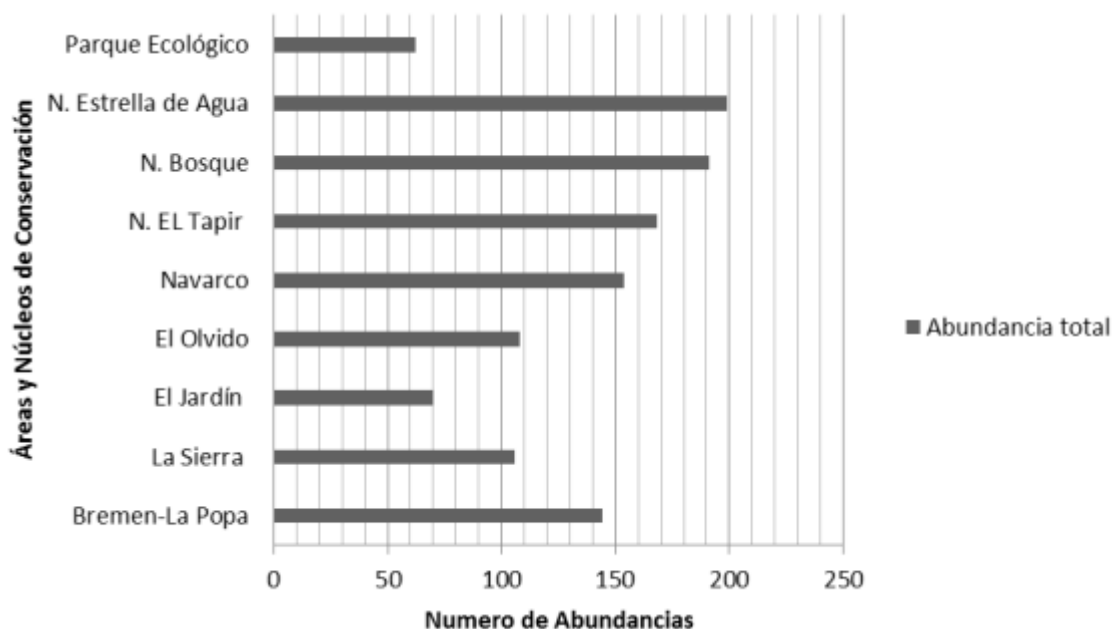
Del análisis de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera* (EPT), se resalta la importancia de la presencia de macroinvertebrados asociados a los géneros Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera, que evidencian interacciones ecosistémicas adecuadas dentro de los afluentes y bajo unas condiciones organolépticas y químicas del agua óptimas. Estos resultados se evidencian estableciendo relaciones comparativas entre áreas y núcleos de conservación y el número de taxas encontrados en cada lugar (tabla 3.6).

**Tabla 3.5.** Resultados del análisis EPT para cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. Para ampliar la información sobre los resultados del estudio, revisar el informe técnico de cada una de las áreas y núcleos de conservación en la Subdirección de Gestión Ambiental de la CRQ.

| Área Protegida y/o Núcleo | Abundancia total | EPT Presentes totales |
|---------------------------|------------------|-----------------------|
| Bremen - La Popa          | 144              | 96                    |
| La Sierra                 | 106              | 62                    |
| El Jardín                 | 70               | 34                    |
| El Olvido                 | 108              | 60                    |
| Navarco                   | 154              | 92                    |
| N. EL Tapir               | 168              | 107                   |
| N. Bosque                 | 191              | 119                   |
| Estrella de Agua          | 199              | 141                   |
| Parque Ecológico          | 62               | 32                    |

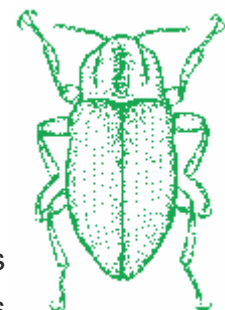
Los resultados muestran una prevalente superioridad de los núcleos de conservación, El Tapir, El Bosque y Estrella de Agua (figura 3.19), dejando ver que la ubicación de estos núcleos proporciona unas condiciones ecosistémicas mas óptimas para los taxa de Macroinvertebrados por su ubicación geográfica haciendo referencia a la altitud (ver tabla 3.3), ya que estas áreas se encuentran en pisos

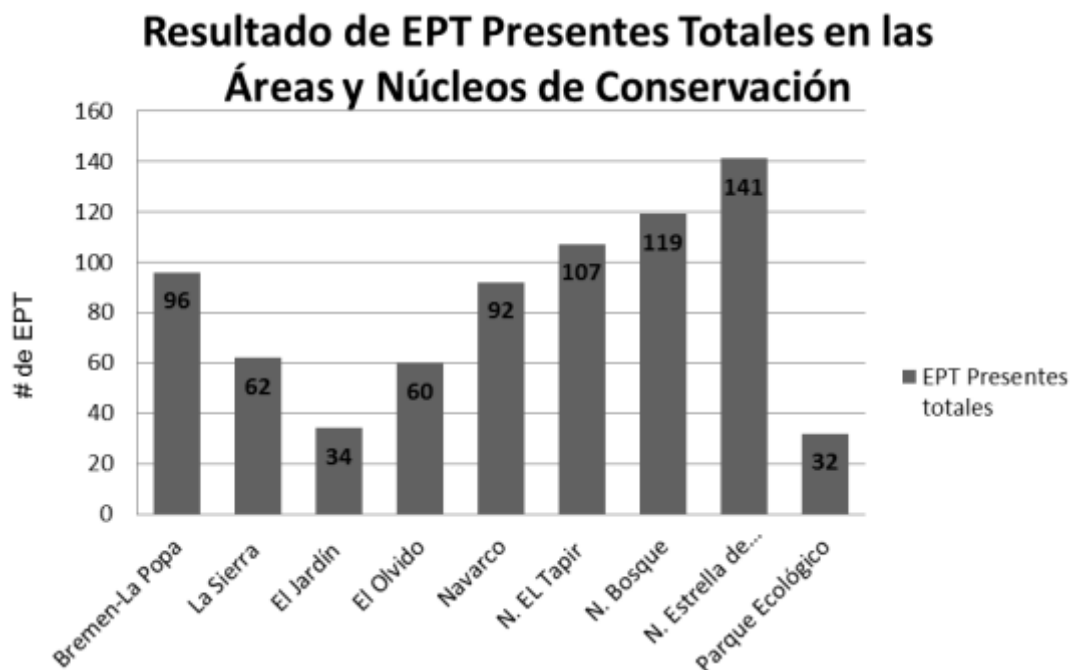
térmicos altos y por consiguiente los afluentes están ubicados casi en sus respectivos nacimientos en alta montaña, lo que proporciona unas condiciones de conservación más ideales por no tener tanta intervención antrópica.



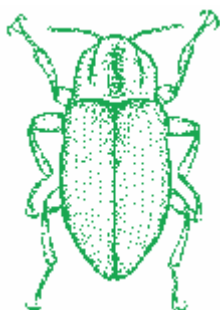
**Figura 3.19.** Gráfica de las abundancias totales de cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. Se puede observar la prevalencia de los núcleos de conservación Estrella de Agua, El Bosque y El Tapir.

El resultado del análisis de EPT, muestra la evidente preponderancia de los núcleos Estrella de Agua, El Bosque y El Tapir (figura 3.20). En cuanto a presencia de estos taxa que muestran la imperante necesidad de aguas con buenas caídas de agua y una arquitectura de su cauce en excelentes condiciones de conservación para garantizar la presencia de estas especies con una marcada sensibilidad por aguas con algún tipo de alteración o disturbio dentro de sus aguas.





**Figura 3.20.** Gráfica del resultado del análisis EPT totales de cada una de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ. Se evidencia la estrecha relación que existe entre las abundancias y el resultado del EPT.



El análisis BMWP/COL también mostró resultados importantes en cuanto a la jerarquización del grado de contaminación de sus aguas por colorimetría, dejando ver en las áreas y núcleos de conservación, bajo que tipificación de aguas se encuentran cada cuerpo de agua determinando el estado de conservación de las aguas y como pueden propender a albergar Macroinvertebrados Acuáticos característicos de estos afluentes (tabla 3.7).

El análisis demuestra una marcada inclinación de las áreas a caer en regiones de jerarquización de las clases I y II, propensos a aguas no contaminadas o no alteradas y donde se encuentran algunos efectos de la contaminación, áreas como El Olvido y El Jardín presentaron evidentes efectos de alteraciones dentro de sus cuerpos de agua, evidenciando acciones antrópicas por la cercanía de cultivos vecinos a los afluentes, y por la imperante necesidad de fumigar tales cultivos ocasionando que, por aspersión estos químicos lleguen a las aguas de los afluentes antes mencionados, mermando las poblaciones de Macroinvertebrados Acuáticos.

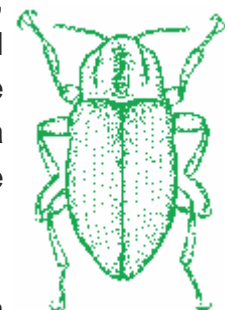
**Tabla 3.6.** Análisis BMWP/COL para las áreas y núcleos de conservación de la CRQ.

| Clase | Valor    | Significado                                           | Color    | Área y/o núcleo de conservación                       |
|-------|----------|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------|
| I     | > 120    | Aguas limpias                                         | Azul     | El Bosque, Estrella de Agua, El Tapir.                |
|       | 101- 120 | Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible |          |                                                       |
| II    | 61 - 100 | Evidentes algunos efectos de contaminación            | Verde    | Bremen-La Popa, La Sierra, Navarco, Parque Ecológico. |
| III   | 36 - 60  | Aguas contaminadas                                    | Amarillo | El Olvido.                                            |
| IV    | 16 - 35  | Aguas muy contaminadas                                | Naranja  | El Jardín.                                            |
| V     | <15      | Aguas fuertemente contaminadas                        | Rojo     | —                                                     |



## ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

El conocimiento de la fauna béntica que se investigó, presentó una extensa variedad de Macroinvertebrados acuáticos colectados y determinados durante el proceso, permitiendo concluir que las aguas superficiales de las áreas protegidas propiedad de la CRQ, son por lo regular blandas, con buen oxígeno disuelto y rangos de alcalinidad tendientes a la estabilidad, pH básico y en cuanto a coliformes fecales, la presencia de estas fue determinada en baja presencia, indicando pocos eventos de afectación o disturbio dentro de los cuerpos de agua.



En cuanto a los nutrientes se observó que las aguas son en general oligotróficas en todas las áreas, con excepción del área Parque Ecológico, las cuales presentaron algún grado de afectación por coliformes fecales (tabla 3.8) y algunos vertimientos. En cuanto a los gases, en lo concerniente a oxígeno disuelto, presentaron saturaciones de 80 a 100% lo que indica en términos regulares, aguas bien oxigenadas. Los déficits de oxígeno se presentaron en el Parque Ecológico.

La temperatura del agua de los afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ fue relativamente constante, variando ésta de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar donde se realizaron la toma de las muestras. Las fluctuaciones se dieron entre los 10 y los 15°C (ver tabla 3.8) y proporcionando condiciones óptimas para la presencia de las especies de Macroinvertebrados Acuáticos encontrados en los afluentes de las áreas en conservación, como lo reporta Roldan, (1996), de la correlación que existe entre la diversidad y aparición de Macroinvertebrados Acuáticos y la temperatura del agua, favoreciendo a las aguas con temperaturas menores de 16°C.



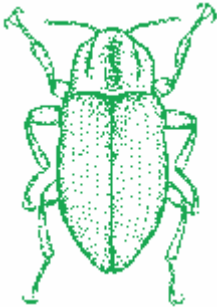


Tabla 3.7. Resultados de los análisis fisicoquímicos de los principales afluentes hídricos de las áreas y núcleos de conservación de la CRQ.

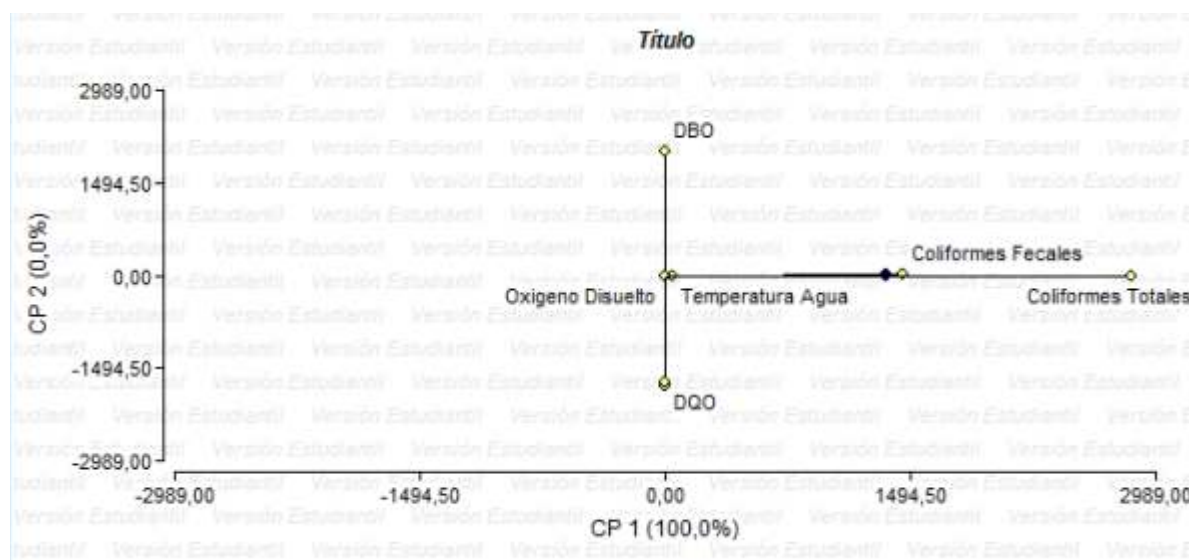
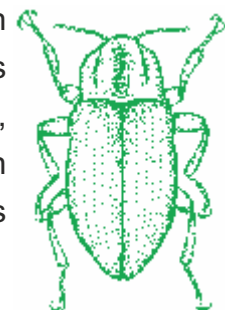
| Resultado de los Análisis Fisicoquímicos en Los Principales Afluentes Hídricos de las Áreas y Núcleos de conservación de la CRQ |                       |                          |                                                |                                        |                                           |      |       |                   |          |                                   |                    |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------|-------|-------------------|----------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Área<br>Protegida                                                                                                               | Punto de<br>muestreos | PH<br>( <i>in situ</i> ) | Temperatura<br>Ambiental<br>( <i>in situ</i> ) | Temperatura<br>Agua ( <i>in situ</i> ) | Oxígeno<br>Disuelto<br>( <i>in situ</i> ) | DBO5 | DQO   | Dureza<br>Cálcica | Fosfatos | Sólidos<br>Suspendidos<br>Totales | Sólidos<br>Totales | Coliformes<br>Totales | Coliformes<br>Fecales |
| Bremen-<br>La Popa                                                                                                              | Zona alta             | 6,62                     | 17                                             | 16                                     | 7,01                                      | <3,3 | <22,7 | 4,94              | <0,1     | 41,5                              | 99,7               | 14x10 <sup>2</sup>    | 7,8x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,89                     | 17                                             | 17                                     | 7,34                                      | <3,3 | <22,7 | 4,53              | <0,1     | <28,1                             | 54                 | 12x10 <sup>2</sup>    | 6,1x10 <sup>2</sup>   |
| EL Jardín                                                                                                                       | Zona alta             | 6,82                     | 15                                             | 14                                     | 6,97                                      | <3,3 | <22,7 | 19,57             | <0,1     | <28,1                             | 69,5               | 9,2x10 <sup>2</sup>   | 4x10 <sup>2</sup>     |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,98                     | 17                                             | 14                                     | 7,45                                      | <3,3 | <22,7 | 18,33             | <0,1     | <28,1                             | 78,3               | 6,8x10 <sup>2</sup>   | 4x10 <sup>2</sup>     |
| La Sierra                                                                                                                       | Zona alta             | 6,82                     | 18                                             | 14                                     | 7,21                                      | <3,3 | <22,7 | 7,83              | 0,1      | 34,5                              | 81                 | 9,2x10 <sup>2</sup>   | 9,2x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,72                     | 17                                             | 15                                     | 7,33                                      | <3,3 | <22,7 | 8,24              | <0,1     | <28,1                             | 74,5               | 9,2x10 <sup>2</sup>   | 2x10 <sup>2</sup>     |
| Navarco                                                                                                                         | Zona alta             | 6,73                     | 12                                             | 10                                     | 7,51                                      | <3,3 | <22,7 | 24,1              | <0,1     | <28,1                             | 118                | 17x10 <sup>3</sup>    | 17x10 <sup>3</sup>    |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,57                     | 14                                             | 12                                     | 7,2                                       | <3,3 | <22,7 | 44,08             | <0,1     | <28,1                             | 132,5              | 9,2x10 <sup>3</sup>   | 9,2x10 <sup>3</sup>   |
| Núcleo El<br>Bosque                                                                                                             | Zona alta             | 8,3                      | 11                                             | 9                                      | 7,8                                       | <3,3 | <22,7 | 88,58             | 0,191    | <28,1                             | 199,5              | 14x10 <sup>2</sup>    | 14x10 <sup>2</sup>    |
|                                                                                                                                 | Zona alta             | 8,38                     | 12                                             | 9                                      | 7,8                                       | <3,3 | <22,7 | 86,52             | <0,1     | <28,1                             | 193                | 12x10 <sup>2</sup>    | 12x10 <sup>2</sup>    |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,67                     | 12                                             | 10                                     | 8,09                                      | <3,3 | <22,7 | 66,95             | <0,1     | <28,1                             | 166                | 20x10 <sup>3</sup>    | 20x10 <sup>3</sup>    |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 7,11                     | 12                                             | 10                                     | 8,01                                      | <3,3 | <22,7 | 73,54             | <0,1     | <28,1                             | 170                | 14x10 <sup>3</sup>    | 14x10 <sup>3</sup>    |
| Núcleo<br>Estrella<br>de Agua                                                                                                   | Zona alta             | 6,46                     | 8                                              | 7                                      | 7,76                                      | <3,3 | <22,7 | 12,36             | <0,1     | <28,1                             | 62,5               | 9,2x10 <sup>3</sup>   | 6,1x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona alta             | 6,83                     | 9                                              | 7                                      | 7,88                                      | <3,3 | <22,7 | 16,48             | <0,1     | <28,1                             | 78,5               | 14x10 <sup>2</sup>    | 9,2x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,99                     | 16                                             | 14                                     | 7,4                                       | <3,3 | <22,7 | 44,5              | <0,1     | <28,1                             | 121,5              | 12x10 <sup>2</sup>    | 4x10 <sup>2</sup>     |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 7,19                     | 15                                             | 13                                     | 7,54                                      | <3,3 | <22,7 | 44,7              | <0,1     | <28,1                             | 121,7              | 17x10 <sup>2</sup>    | 6,1x10 <sup>2</sup>   |
| Núcleo El<br>Tapir                                                                                                              | Zona alta             | 7,94                     | 18                                             | 13                                     | 7,53                                      | <3,3 | <22,7 | 74,58             | <0,1     | <28,1                             | 137                | 17x10 <sup>2</sup>    | 12x10 <sup>2</sup>    |
|                                                                                                                                 | Zona alta             | 7,81                     | 27                                             | 12                                     | 7,02                                      | <3,3 | <22,7 | 73,7              | <0,1     | <28,1                             | 133,5              | 20x10 <sup>2</sup>    | 9,2x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 7,48                     | 18                                             | 15                                     | 7,36                                      | <3,3 | <22,7 | 48,41             | 0,1      | 20                                | 105                | 14x10 <sup>2</sup>    | 9,2x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 7,77                     | 22                                             | 18                                     | 7,46                                      | <3,3 | <22,7 | 40,99             | <0,1     | 11,5                              | 78,5               | 12x10 <sup>2</sup>    | 6,8x10 <sup>2</sup>   |
| El Olvido                                                                                                                       | Zona alta             | 6,35                     | 17                                             | 15                                     | 6,76                                      | <3,3 | <22,7 | 7,83              | <0,1     | <28,1                             | <53,5              | 9,2x10 <sup>2</sup>   | 6,8x10 <sup>2</sup>   |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,84                     | 17                                             | 15                                     | 7,1                                       | <3,3 | <22,7 | <5,4              | <0,1     | <28,1                             | <53,5              | 11x10 <sup>2</sup>    | <1,8x10 <sup>2</sup>  |
| Parque<br>Ecológico                                                                                                             | Zona alta             | 6,53                     | 20                                             | 19                                     | 6,54                                      | <3,3 | <22,7 | 13,6              | <0,1     | <28,1                             | 115,5              | 9,2x10 <sup>2</sup>   | 4x10 <sup>2</sup>     |
|                                                                                                                                 | Zona baja             | 6,84                     | 22                                             | 21                                     | 5,06                                      | <3,3 | <22,7 | 26,78             | <0,1     | <28,1                             | 140,5              | 6,8x10 <sup>2</sup>   | 4x10 <sup>2</sup>     |

Los análisis físico-químicos fueron un complemento importante para determinar la baja frecuencia de aparición de algunos taxa de Macroinvertebrados en algunas áreas, lo que facilitó el análisis del estado actual del cuerpo de agua y así determinar qué acciones antrópicas puntuales estarían afectando estas poblaciones.



**Figuras 3.21 y 3.22.** Toma de muestras para análisis físico-químicos.

Con el fin de darle una validez estadística a los resultados de análisis biológicos y físico-químicos, se emplearon para cada una de las áreas y núcleos de conservación un análisis de componentes principales. En este sentido, la mayoría de resultados tuvieron una relación estrecha entre los análisis biológicos y físico-químicos, mostrando la dependencia de los dos análisis entre sí. A continuación, se muestran un ejemplo (figura 3.23) donde se puede apreciar la relación entre los dos análisis empleados.



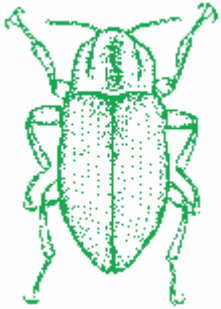
**Figura 3.23.** Gráfica de componentes principales del área protegida Bremen-La Popa.

Se puede observar la relación entre Coliformes fecales, la temperatura del agua con las muestras biológicas (Macroinvertebrados Acuáticos) en el punto azul. A pesar que se encuentran relaciones entre estos parámetros, la magnitud de este resultado, en la mayoría de los casos no es determinante en la calidad del agua en términos generales.



## COMENTARIOS FINALES

Las áreas protegidas de la CRQ y por ende sus principales afluentes hídricos, se encuentran en su gran mayoría en las zonas altas del departamento y son estratégicas para conservar los componentes naturales, principalmente el recurso hídrico para el abastecimiento de los centros poblados. Por lo anterior, es de suma importancia seguir encaminando acciones que conlleven a garantizar la conservación de estas áreas en el tiempo y más puntualmente, a adelantar procesos de educación ambiental con la comunidad que tiene relación directa con las áreas protegidas y sus fuentes hídricas.



Los resultados de la calidad del agua de las principales fuentes hídricas de las áreas protegidas de la CRQ, dan a conocer un estado relativamente bueno, sin embargo, el control y vigilancia sobre estos afluentes debe intensificarse con el fin de reducir los impactos negativos que se pudieron establecer.

Es importante que los afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ se visualicen de una forma más amplia, es decir, que se tomen decisiones en cuanto a su gestión, concibiéndolas como microcuencas, ya que así se puede optimizar los recursos técnicos, financieros y se logra una mayor inclusión de los diferentes actores directos e indirectos de dichas microcuencas.

El seguimiento y monitoreo por medio de técnicas como el análisis biológico y fisico-químico de los principales afluentes hídricos de las áreas protegidas de la CRQ deben de realizarse de una forma periódica, por lo menos una vez al año, para poder deducir de forma precisa los posibles cambios y/o impactos que pueden estar sufriendo los cuerpos de agua.

## GLOSARIO

**Aguas oligotróficas:** Aguas pobres en nutrientes y de baja productividad.

**Aguas Superficiales:** Son aquellas que se encuentran en la superficie del suelo.

**Categoría de amenaza:** Especies que han sido evaluadas a nivel de Colombia, siguiendo los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que presentan algún peligro de extinción.

**Dendrofenograma:** Es una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles.

**Dioico:** Son organismos que poseen las estructuras reproductoras de ambos sexos separadas en los diferentes individuos.

**Especies focales flora:** Conjunto de plantas que engloban las necesidades de una gama más amplia de especies.

**Eutroficación:** Proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado.

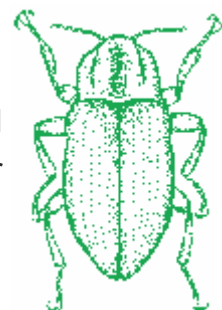
**Fenología:** Subdisciplina de la ecología, encargada del estudio de la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos.

**Macroinvertebrados:** Se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm de longitud.

**Mastozoología:** es la rama de la zoología dedicada al estudio de los mamíferos.

**Persistente:** Órgano de una planta que perdura una vez finalizada su función fisiológica.

**Taxa:** Es un grupo de organismos emparentados, que en una clasificación dada han sido agrupados.





## BIBLIOGRAFÍA



Aguilar, Isaza, N & D. López, Obando. 2009. Estado poblacional actual y hábitat del perezoso de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*, Peters, 1858) en la Reserva Natural la Montaña del Ocaso, Quimbaya (Quindío), Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Programa de Biología. Universidad del Quindío.

Alberico, M., Cadena, A., Hernández, Camacho, J. I & Y. Muñoz, Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana 1:43-75.



Álvarez, S. J. 2004. Densidad y preferencia de hábitat del perezoso de dos dedos *C. hoffmanni* en un bosque Andino (Boyacá, Cundinamarca). Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 104 pp.

Arbeláez, Enrique, Cortés, Javier Ignacio Garzón, Z., María del Socorro Sierra, Fernando Forero, Pedro José Cardona, Camacho, Alejandro Bayer, Yully Andrea Beltrán, Arcila, Laura Milena Ramírez, Urrea, Gustavo Patiño, Jorge Enrique Morales, Sánchez, Diego Duque, Montoya, Oscar Humberto Marín, Gómez. 2015. Fourteen new additions to the list of birds of Quindío department, Colombia. Check List, [S.l.], v. 11, n. 6, p. 1786.



Asquith, N. M. 2002. La dinámica de los bosques y la diversidad arbórea. EN: Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. 337-406 p.

Bedoya, Paula & Guevara, Ingrid. Estructura Poblacional y Fenología de *Juglans neotropica* en tres bosques del departamento del Quindío. Tesis Universidad del Quindío, Facultad de Educación, Programa de Biología y Educación Ambiental. Armenia, Quindío. 200. 82 p.

Bencke, C. & Morellato, P. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. Revista Brasileira de Botânica 25:269-275.

Botina, J. Rodrigo. 2011. Planes de manejo para la conservación de 22 especies focales de plantas en el Departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC Fundación Agua Viva, FUNAGUA.

Britton, S.W. 1941. Form and function in the sloth. The quarterly review of biology. pp. 13-34.106.

Brower, J., Zar., J. & Von Ende, C.N. 1998. Field and laboratory methods for general ecology. Fourth edition. McGraw-Hill USA.

Buitrago-Bermúdez. O, Bolaños-Trochez. 2014b. Organización social en el manejo de los recursos hídricos: alcances y limitaciones en tres cuencas hidrográficas del Valle del Cauca. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Camacho, M. & L. Orozco. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque Montano de la Cordillera de Talamanca. Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 46 (3): 1998. 533–542 p.

Chadwick, A. 2001. *Cattleya quadricolor*, Stepchild of the Mountain Marshes. Orchids, The American Orchid Society Magazine. Vol. Diciembre 2001.

Carrera, C. & Fierro, K. 2001. Manual de monitoreo: los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

Castro, L & M. Meza. 2005. Contribución a la Ecología del Perezoso de tres uñas (*Bradypus variegatus* Schinz 1825, Xenarthra: Bradypodidae) en un fragmento de bosque seco tropical (bs-t) en la Hacienda “El Ceibal, Santa Catalina, Bolívar, Colombia. Trabajo de grado, Universidad de Atlántico, pp. 92.

Catalán, J. G. 1990. Química del agua (2° ed.). Madrid. Editorial Bellisco.

Correa, A & J. Ahumada. 1999. Ciclos Fenológicos en Bosques Alto– Andinos Continuos y Fragmentados del Borde Occidental de la Sabana de Bogotá. Seminario de Botánica. Págs 22.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 2016. Plan de manejo y conservación del Roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) en la jurisdicción Car Cundinamarca. Bogotá D.C., Colombia, 41 pp.

Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ. 2003. Conocimiento, Conservación y Uso Sustentable de la Diversidad Biológica. Propuesta técnica para el desarrollo del programa de biodiversidad para el Quindío. Implementación del Plan de Acción en Biodiversidad Colombia Siglo XXI.



Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ. 2009. Informe de Gestión vigencia 2009.

Cuevas-Correa, D. 2007. Estimación de la densidad poblacional, patrón de distribución espacial y preferencia de hábitat del perezoso de tres dedos, *Bradypus variegatus*, y consideraciones para su conservación en el Parque Nacional Natural Gorgona. Tesis de grado, Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá, Colombia. 73 pp.

Del Villar, E. 1978. Definiciones, bases científicas y normas metodológicas de la fenología. *Cespedesia* 7(25–26): 13–32. Suplemento N° 2, enero–junio. Cali, Colombia.

Domínguez, E. 1988. Capítulo “Ephemeroptera”, en Biodiversidad de Artrópodos argentinos. J.J. Morrone y S. Coscarón. Editorial Sur, la Plata. 107.

Domínguez, E. & H. R. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y Biología*.

Dugand, A. 1978. El paisaje vegetal y sus mudanzas en el tiempo. *Fenología vegetal Colombiana*. *Cespedesia* 7(25–26): 8–12. Suplemento N° 2, enero–junio. Cali.

Donegan, T., O. Cortés, A. Quevedo & P. Salaman. 2014. El estado de las aves en Colombia: Evaluando las prioridades de conservación y protección de la avifauna colombiana. *Conservación Colombiana* 20: 4-39.

Donegan, T. M., Quevedo, A., Salaman, P. & M. McMullan. 2012. Revision of the status of bird species occurring or reported in Colombia 2012. *Conservación Colombiana* 15: 4-21.

Eisenberg, J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics. Volume 1. The Northern Neotropics: Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana*. The University of Chicago Press, Chicago. 624 pp.

Esbérard, C. 2001. Biology and captive management of sloths. En: *Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*, M. E. Fowler y Z. S. Cubas. pp. 245–246.

Ferraz, 1999. Fenología de árboles en fragmento mata en Sao Paulo. *Rev. Bras. Biol.* 59 (2).



Font Quer, P. 1965. Diccionario Botánico. Editorial Labor Barcelona, España. Págs. 1244.

Fournier, L. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba (4): 422–423.

Fournier, L. & C. Charpentier. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Cespadesia 3 (25-26): 13–20.

Fournier, L. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Turrialba. 26 (1): 54-59.

Frankie, G. 1975. Tropical forest phenology and pollinator plantcoevolution. In Gilbert, L. E. & P. H. Raven, Coevolution of animals and plants. Univ. Texas Press, Austin & London. 192–209.

Galeano, G. & Bernal, R. 2010. Palmas de Colombia. Guía de Campo. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá - Colombia. Pag. 688.

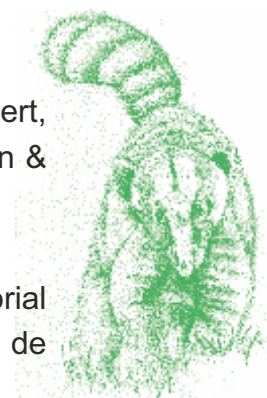
García-Herrera, Leidy V.; Ramírez-Fráncel, Leidy A & Reinoso Flórez, Gladys. 2015. Mamíferos en Relictos de Bosque Seco Tropical del Tolima, Colombia. Mastozoología Neotropical, vol. 22, núm. 1, pp. 11-21 Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina.

Gentry, A. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. Biotropica 6:64-68.

Gentry, A. 1993. Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador y Peru). Washinton, DC.

Gómez, Restrepo; Martha & Juan Lázaro; Toro Murillo. 2007. Manejo de las Semillas y la Propagación de Diez Especies Forestales del Bosque Andino/ Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA, 2007. 72 p. (Boletín Técnico Biodiversidad; No.1). ISSN 2011-4087.

Gómez, Restrepo; Martha. 2010. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su





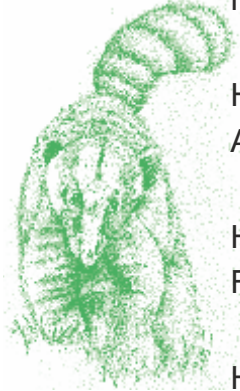
conservación. Volumen I /, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín: 228 p.



Gómez, Restrepo; Martha. 2011. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. Volumen II/, Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, CORANTIOQUIA. Medellín: 132 p.

Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Review* 52: 107-145.

Guariguata, M. & G. Kattan. 2002. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional (LUR).



Henderson, A.; Galeano, G. & Bernal, R. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University, New Jersey.

Herskovitz, P. 1982. Neotropical Deer (Cervidae) Part I. Pudu, Genus *Pudu* Gray. *Fieldiana [Zoology]*, New Series, 11: 1-86.

Hilty, S. & W. Brown. (1986). *A Guide to the birds of Colombia*. Princeton University Press, New Jersey.

Holdridge, L. R. 1982. *Ecología Basada en Zonas de Vida*. IICA, San José. Costa Rica.



Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. Informe al congreso de la republica y a los ciudadanos.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. 2010. Estudio semidetallado de suelos del Quindío.

Jackson, M. 1966. Effects of Microclimate on spring flowering phenology. *Ecology* 47: 407–415.

Jorgensen, P.M. & S. León-Yáñez (eds.). 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Vol.

75. Págs. 862. 109.

Juan, S., A. Estrada & R. Coates, Estrada. 2000. Contrastes y similitudes en el uso de recurso y patrón general de actividades en tropas de mono aulladores (*Alouatta palliata*) en fragmentos de selva en Los Tuxtlas, México. *Neotropical Primates* 8: 131–135.



Lieth, H. 1974. Purposes of a phenology book In: Lieth, H. (ed). *Ecological studies*. Vol. 8. Phenology and seasonality modeling. Chapman & Hall Ltd, London.

Lot, A. & F. Chianng. 1985. *Manual de Herbario*. México. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. Monografías de la Flora Andina. 2001. Importancia de la microcuenca del Río Roble, Vol. 3, Universidad del Quindío, Herbario HUQ.

Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. *Ciencia*. 45. pp 203-211.



Mantilla-Meluk, H., & Baker, R. J. 2010. New species of Anoura (Chiroptera: Phyllostomidae) from Colombia, with systematic remarks and notes on the distribution of the *A. geoffroyi* complex. Museum of Texas Tech University.

Marín, A. 1998. *Ecología y silvicultura de las Podocarpáceas andinas de Colombia*. Departamento de Investigación Forestal. Smurfit Cartón de Colombia. 143 p.

Montgomery, G. G. & Sunkist, M. E. 1975. Impact of sloth on Neotropical forest energy flow and nutrient cycling. F.B. Golley and E. Medina, (eds). *Tropical ecological systems*. Springer-Verlag, New York. pp. 69-98.



Montgomery, G.G. & M.E. Sunkist. 1978. Habitat selection and use by two-toed and three-toed sloths. In: Montgomery GG (Editor), *The Ecology of Arboreal Folivores*. Smithsonian University Press, Washington, DC. pp. 329-359.

Morellato, P. C. & H. F. Leita-Filho. 1996. Reproductive phenology of climbers in a southeastern Brazilian Forest. *Biotropica* 28: 180-191.

Mozo, T. 1978. La importancia de la fenología. *Cespedesia* 7(25–26): 161–168. Enero–Junio. Cali, Colombia.

Orozco, A. F & Gómez, Marín G. D. 2006. Riqueza Biótica Quindiana. Fenología de Especies Forestales. Centro de Estudios e Investigaciones en Biodiversidad y Biotecnología de la Universidad del Quindío. Capítulo 2.

Orozco, A. F, Mejía, L. G & Arias, A. 2002. Fenología de especies forestales, en la Reserva del Ocaso. Quimbaya-Quindío, Tesis, Universidad del Quindío, Facultad de Educación, Programa de Biología. Armenia-Quindío. Págs 116.

Organización Quindiana de Ambientalistas, ORQUÍDEA. 2012. Informe del estado actual de los recursos naturales y el ambiente 2011. Armenia Quindío.

Palacio, Mejía, J. D., & Fernández, M, J. F. 2006. Estado de la investigación en genética de la conservación de los robles (Fagaceae) en Colombia. En: Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados (pp. 291) Solano, C y N. Vargas (editoras). Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana.

Patiño, V. 1978. Normas generales para la obtención de datos fenológicos. Cespadesia 7(25–26): 33–34. Enero–Junio. Cali, Colombia.

Pescador, P. Gina Alejandra. 2015. Evaluación de la calidad del agua por medio de bioindicadores Macroinvertebrados acuáticos en la quebrada la vieja. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.

Pomar, J. E. 1985. Estudio preliminar para determinar las diferentes zonas de vida en el departamento del Tolima según el sistema de Holdridge. Trabajo de Grado, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, 79pp.

Putz, E. & M. Windsor. 1980. Liana phenology on Barro Colorado Island, Panamá. Biotropica 19 (4): 334–341.

Quinn, T & Gallucci, V. 1980. Parametric models for line-transect estimators of abundant. Ecology 6(12): pp 293-302.

R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>  
Ramírez, Chaves. H. E & A. F. Suarez, Castro 2014. Adiciones y Cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. Mammalogy Notes.

Ramírez, Morales. S. V. & A. F. Orozco, Cardona. 2010. Maduración del fruto y morfometría de semillas de *Genipa americana* en el departamento del Quindío. Rev. Invest. Univ. Quindío (21): 73-81. Armenia - Colombia.



Ramsen Jr, J. V. 2015. HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World Volume 1: Non passerines Josep del Hoyo and Nigel J. Collar 2014. Lynx Edicions, Barcelona. 903 pages, hundreds of color plates. ISBN 9788496553941. \$209 (Hardcover). Journal of Field Ornithology, 86(2), 182-18.

Rangel-CH., J. O. & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudios de la vegetación. Pp. 59–87 in: Colombia Diversidad Biótica II (J. O. Rangel-Ch., ed.). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Santa Fé de Bogotá, Colombia.

Rangel, O. 1997. Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Editorial Guadalupe Ltda. Págs. 436.



Renhe, I.R.T. 2008. Extração e estabilidade do corante azul de jenipapo (L). Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil. 49 p.

Reyes, C. K. & K. L Oviedo. 2006. Contribución al conocimiento de la composición poblacional y comportamiento de *Bradypus variegatus* en la Reserva Natural Viento Solar en Rio Cedro, Municipio de Moñitos, Departamento de Córdoba. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias e Ingenierías. Universidad de Córdoba.



Rodier, J. 1989. Análisis de las aguas: Aguas naturales, aguas residuales, aguas de mar; química, fisicoquímica, bacteriología y biología. Barcelona. Editorial Omega.

Roldan, G. 1988. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo Fen Colombia. Colciencias. Universidad de Antioquia. pp 228.

Roldán, G. 1996. Guía para el estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del departamento de Antioquia. Pama Editores Ltda. Bogotá, Colombia. pp.

Roldan, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método



BMW P/Col. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 1era. Edición. pp. 1-170.

Sampedro, Marín, A., Aguas, Montes, K & D. Jiménez, Pineda. 2011. Estado de conservación caracterización del hábitat de *Bradypus variegatus* Schinz 1825 (Mammalia: Xenarthra) durante la época seca, en el Departamento de Sucre, Colombia.

Solari, S; Muñoz-Saba, Yaneth; Rodríguez-Mahecha, José V., Defler, Thomas R., Ramírez-Chaves, Héctor E. & Fernando Trujillo. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozool. neotrop. vol.20 no.2 Mendoza dic.

Soria, A. & S. Fabri. 2006. Introducción al conocimiento de las huellas de los mamíferos misioneros en Massoia. E., J. C. Chebez & A. Bosso. Los mamíferos silvestres de la provincia de Misiones, Argentina. 491-509.

Stiles, G. 1977. Co-adapted competitors: the flowering seasons of hummingbird-pollinated plants in the tropical forest. Science NY 198:1177-1178.

Terrádez G, M. 2001. Análisis de componentes principales. U.O.C. Cataluña, España: Universidad Abierta de Cataluña.

UICN. 2003. Directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel nacional y regional - versión 3.0 - Preparadas por la comisión de supervivencia de especies de la UICN. UICN - Unión Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza.

Van Der Hammen, T. & H. Hooghiemstra. 2001. Historia y paleoecología de los bosques montanos andinos neotropicales. Páginas 63-84. En: M. Kappelle & A. D. Brown (eds), Bosques Nublados del Neotropico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.

Vaughan, C., Ramírez, O., Herrera, G. & R. Guries. 2007. Spatial ecology and conservation of two sloth species in a cacao landscape in limón, Costa Rica. Biodivers Coserv. 16. pp. 2293-2310.

Van Schaik. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumer. Annual Review of Ecology and Systematics 24:353-377.

Withner (1988). *The Cattleyas and Their Relatives*. Volume 1: The Cattleyas. Timber Press.

