



# Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

## Informe Final

### Complejo de Páramos de Sorata

Convenio de cooperación No. 13-12-092-098CE entre el Instituto de Investigación  
de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad del Cauca

### Elaborado por

**Hernando Vergara Varela, Giselle Zambrano González, Luis Germán Gómez Bernal,  
María Patricia Torres Hernández, Bernardo Ramírez Padilla y Diego Macias Pinto**

## CONTENIDO

1. Presentación
2. Introducción
3. Área de Estudio
4. Trabajo de reconocimiento y selección de transectos de estudio
5. Transectos y Estaciones de Muestreo
6. Metodología de Trabajo
7. Resultados y Análisis
8. Conclusiones
9. Recomendaciones
10. Bibliografía



## 1. PRESENTACIÓN

Los grupos de investigaciones Geología, Ecología y Conservación “GECO” y Sachawaira de la Universidad del Cauca realizaron los estudios para la definición de criterios que permitan elaborar e implementar planes de manejo ambiental para los páramos en los distritos de páramos del sur de la cordillera Central de Colombia, en jurisdicción del departamento del Cauca.

Estos trabajos se realizaron en el marco del proyecto de adaptación al cambio climático que viene adelantando el **INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER von HUMBOLDT (IAvH)** y por medio de los cuales se identifican áreas de páramo que se encuentran sin ninguna categoría de protección. Igualmente, dando cumplimiento a la resolución 0769 de 2002, que establece disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos en Colombia. Para lo cual las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible y los Grandes Centros urbanos deben elaborar estudios sobre el estado actual de los páramos de su jurisdicción, siguiendo los lineamientos que para su efecto ha definido el Ministerio del Medio Ambiente y que permitirán la delimitación de los Complejos de páramos de Colombia a escala 1:25.000.

En el sur de la cordillera Central de Colombia se definieron dos Distritos, el Distrito de páramos Valle-Tolima, conformado, a su vez por los Complejos de páramos Las Hermosas y Nevado del Huila-Moras y el Distrito de páramos Macizo Colombiano constituido por los Complejos Guanacas-Puracé-Coconucos y Sotará.

El Complejo Nevado del Huila-Moras se extiende en jurisdicción de los departamentos del Huila y Cauca, mientras que los Complejos Guanacas-Puracé-Coconuco y Sotará están ubicados únicamente en el departamento del Cauca.

Con base en el reconocimiento de terreno se seleccionó el Complejo Sotará como área objetivo de estudio, del convenio No. 13-12-092-098CE suscrito entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Universidad del



Cauca. El propósito del convenio fue aunar esfuerzos técnicos con el objetivo de elaborar los estudios bióticos escala 1:25.000 del Complejo de Páramos Sotará en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cauca. En el presente informe hacemos un recuento de las actividades realizadas y se anexan los respectivos productos.

El objetivo del presente estudio es la elaboración de los estudios florísticos y faunísticos para la delimitación del complejo de páramos ubicados en Sotará, que serán caracterizados a través de transectos. Los objetivos específicos son los siguientes:

-Identificar las áreas entre el páramo y el bosque andino a partir de transectos altitudinales para el muestreo de flora y fauna.

-Reconocer los tipos de vegetación y comunidades faunísticas (aves, anfibios, edafofauna epigea) característicos del gradiente altitudinal en la transición páramo – bosque andino.

-Identificar especies endémicas y en peligro de extinción o vulnerables, así como aquellas especies de valor comercial y/o ecológico de flora y fauna.

-Analizar la distribución de la riqueza de especies de aves, anfibios y edafofauna epigea presentes en el área de interés, dentro de un gradiente de condiciones ecológicas relacionadas con la altitud.



## 2. INTRODUCCIÓN

En Colombia se han identificado cinco Sectores de páramos, los cuales corresponden a los Sectores Cordillera Oriental, Cordillera Central, Cordillera Occidental, Nariño-Putumayo y Sierra Nevada de Santa Marta (Morales *et al.* 2007), siendo los páramos del Sector Cordillera Oriental los más extensos.

Los páramos objeto de este estudio se encuentran localizados en el Sector de páramos de la Cordillera Central, en el departamento del Cauca y corresponden al denominado Complejo de páramos Sotará, en territorio de la Corporación Regional Autónoma del Cauca (CRC). Se resalta que el mayor porcentaje de éstas áreas de páramo se encuentran protegidas al estar localizadas dentro del área del Parque Nacional Natural Puracé (PNNP), sin embargo un porcentaje significativo de los páramos del Complejo se hallan fuera del PNNP y tienen una probabilidad alta de ir hacia la degradación. El Complejo tiene un área de 37.462 ha. (Morales *et al.* 2007) y la mayor altitud, donde se realizaron los muestreos contemplados en esta investigación, corresponde a 3574 msnm.

Los ecosistemas de páramo se referencian como áreas altas, frías, húmedas y nubladas, con una vegetación que va desde coberturas abiertas hasta arbustivas, dentro de la cual resalta el Frailejón, especie vegetal típica y emblemática de esta zona de vida. El departamento del Cauca, ubicado al sur de la República de Colombia, es el cuarto departamento del país de mayor área con ecosistemas de páramo que cubren un área total de 177.778 ha; de las cuales 67.966 corresponden al Complejo Nevado del Huila-Moras, 72.350 ha al Complejo Guanacas-Puracé-Coconucos y 37.462 ha al Complejo Sotará (Morales *et al.* 2007).

El área del Complejo de páramos de Sotará está habitada por comunidades indígenas y campesinas, cuyo estilo de vida tiene un alto grado de relacionamiento con el páramo tras varios siglos de presencia en el área. Los muestreos se realizaron en zonas pertenecientes a los Resguardos de Guachicono y Pancitará, etnia yanacona, ubicados en el municipio de La Vega. Es de resaltar la hospitalidad y el apoyo brindado por los



habitantes del área que se constituyó en un gran incentivo para la realización del estudio.

### 3. ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 Geología regional y local

El origen de los Andes se relaciona con la subducción de la placa de Nazca debajo de la placa Suramericana (Wilson, 1989), lo que permite entender la ocurrencia de vulcanismo y de sismicidad, en este joven sistema de montañas. La cordillera Central de Colombia, perteneciente al sistema andino, es la más antigua de las tres cordilleras colombianas, su núcleo está compuesto por rocas metamórficas y su dirección general es aproximadamente Norte 35° Oriente (N35°E). En el departamento del Cauca, la historia reciente de esta cordillera está relacionada a una serie de importantes volcanes activos, entre los cuales se encuentran El volcán Nevado del Huila (5365 m), la cadena volcánica de Los Coconucos, integrada por 15 volcanes, siendo uno de ellos el volcán Puracé (4650 m) y al Sur de ésta, el volcán Sotará (4420 m). Ellos constituyen las mayores alturas de la cordillera Central en el Sur Occidente (SW) de Colombia.

La actividad volcánica explosiva ha generado materiales piroclásticos, entre los que se destacan ampliamente los depósitos de cenizas volcánicas de caída y de lapilli, que cubren indistintamente a otras rocas y suavizan casi siempre las formas del paisaje de la región, en cuyo modelamiento ha intervenido también la actividad glacial y fluvio-glacial. El componente volcánico es una importante característica de los distritos de los páramos, de la Cordillera Central en el SW de Colombia, donde se encuentran localizados el Complejo Nevado del Huila-Moras, pertenecientes al Distrito de páramos Valle-Tolima y los páramos del Distrito Macizo Colombiano, que incluyen el Complejo de páramos de Guanacas-Puracé-Coconucos y el de Sotará, éste último, objeto de estudio de este trabajo.

#### 3.2 Hidrografía

El Complejo de páramos de Sotará está constituido por un área casi continua, que se



extienden desde el eje de la cordillera Central de Colombia, en los límites políticos de los departamentos del Cauca y del Huila, hacia los flancos Oriental (E) y Occidental (W) de ella, donde se localizan las nacientes de los ríos Magdalena y Caquetá, respectivamente. Hacia el NW de la vereda Monterredondo, en la cumbre del páramo Bellones-Tres Cerrillos, nacen las quebradas Julián, La Zanja, Juan Ruíz y el río Pascariguaico perteneciente a la cuenca del río Pancitará, cuyas aguas hacen parte de la cuenca del río Patía.

### 3.3 Ubicación Geográfica

Hacia el SW y el Nde la vereda Monterredondo, lugar donde se instaló el campamento de trabajo, el Complejo de páramos de Sotará se extiende hasta los páramos del Apio y Barbillas, localizados en la serranía que divide las aguas de los ríos Guachicono (E) y Pancitará (W) y que a su vez permite definir la jurisdicción de los resguardos de su nombre. Hacia el NW de la vereda Monterredondo se localiza el páramo Bellones- Tres Cerrillos, conformado por tres lomas aisladas, pertenecientes al resguardo de Pancitará.

Al S de la vereda Monterredondo, en el municipio de Santa Rosa, aislado se encuentra el páramo Chontillal y al E de éste, el páramo de La Soledad. Estos dos páramos están en excelente estado de conservación y no están protegidos por ninguna figura de conservación. En principio, ellos estaban incluidos en el presente estudio, sin embargo no fue posible el acceso a los mismos.

En la vereda los Andes, en la base del valle del río Grande, afluente del río Caquetá y allí donde su patrón de drenaje es meandrónico, a 2.700 msnm, desde la vía que de Santiago conduce a Santa Rosa, se aprecia vegetación de paramo azonal, relacionada con inversiones de temperatura (Figura 1).



#### 4. TRABAJO DE RECONOCIMIENTO Y SELECCIÓN DE TRANSECTOS DE ESTUDIO

Los ecosistemas paramunos de la cordillera Central en el departamento del Cauca, distritos de páramos Macizo Colombiano son biológicamente muy poco conocidos y no existen estudios sistemáticos de ellos.

Para la selección de las áreas de trabajo, se realizaron recorridos virtuales sobre imágenes de Google Earth y análisis sobre mapas topográficos y sobre la cartografía de los páramos consignada en el Atlas de Páramos de Colombia a escala 1:100.000 (Morales *et al.* 2007). Se visito el paramo azonal Los Andes, con coordenadas 1 43' 49.27" N, 76 42' 31.48" W, teniendo en cuenta que no se yuvo acceso directo al paramo (Figura 1). Los sitios seleccionados hacen parte de los páramos del Complejo Sotará y fueron los siguientes:



Figura 1. Paramo azonal Los Andes a 2.700 msnm.



-Páramos Chontillal y La Soledad localizados en el municipio de Santa Rosa

-Páramo de Barbillas en el municipio de La Vega.

Para la selección del gradiente altitudinal en el terreno, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos (Anexo 1):

Características Biológicas

Características topográficas del área

Accesibilidad

Orden Público

#### 4.1 Páramo Chontillal

El páramo Chontillal está localizado al E de San Sebastián y al SW del límite del Parque Nacional Natural Puracé (Figura 2). Sin embargo de acuerdo a información de la oficina de Planeación del Municipio de Santa Rosa, no hay camino para llegar a él.

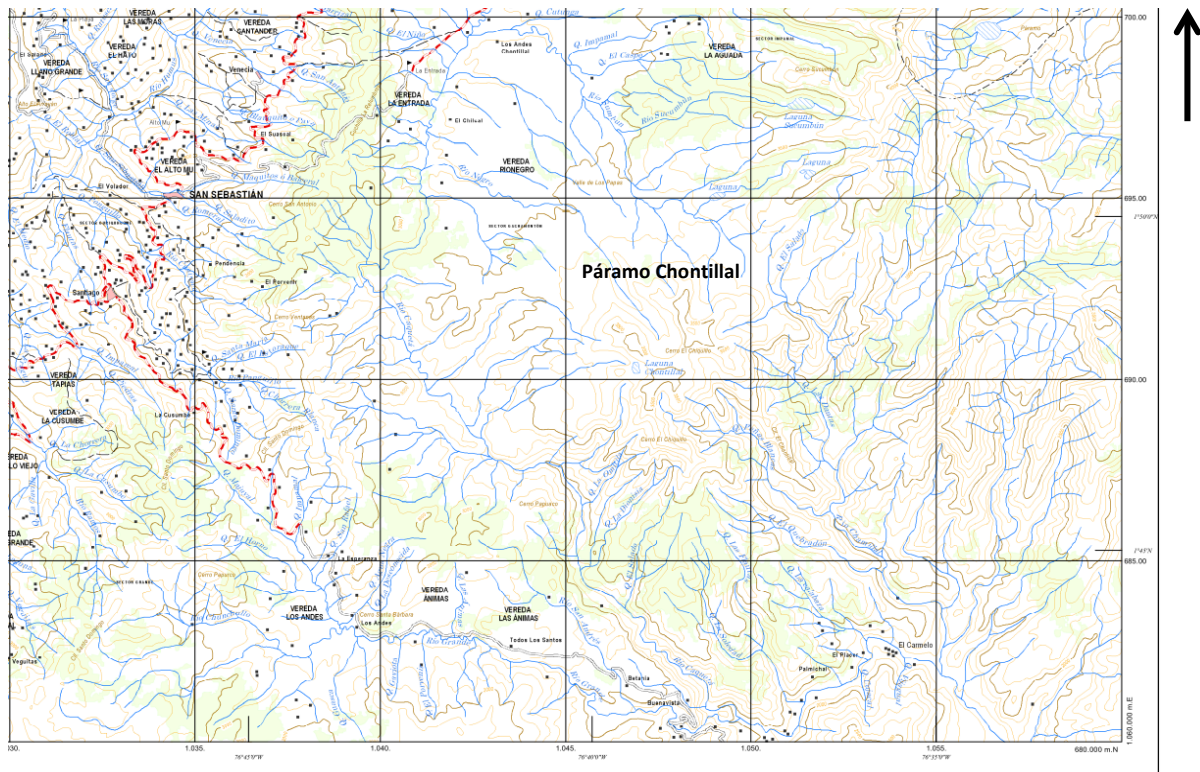
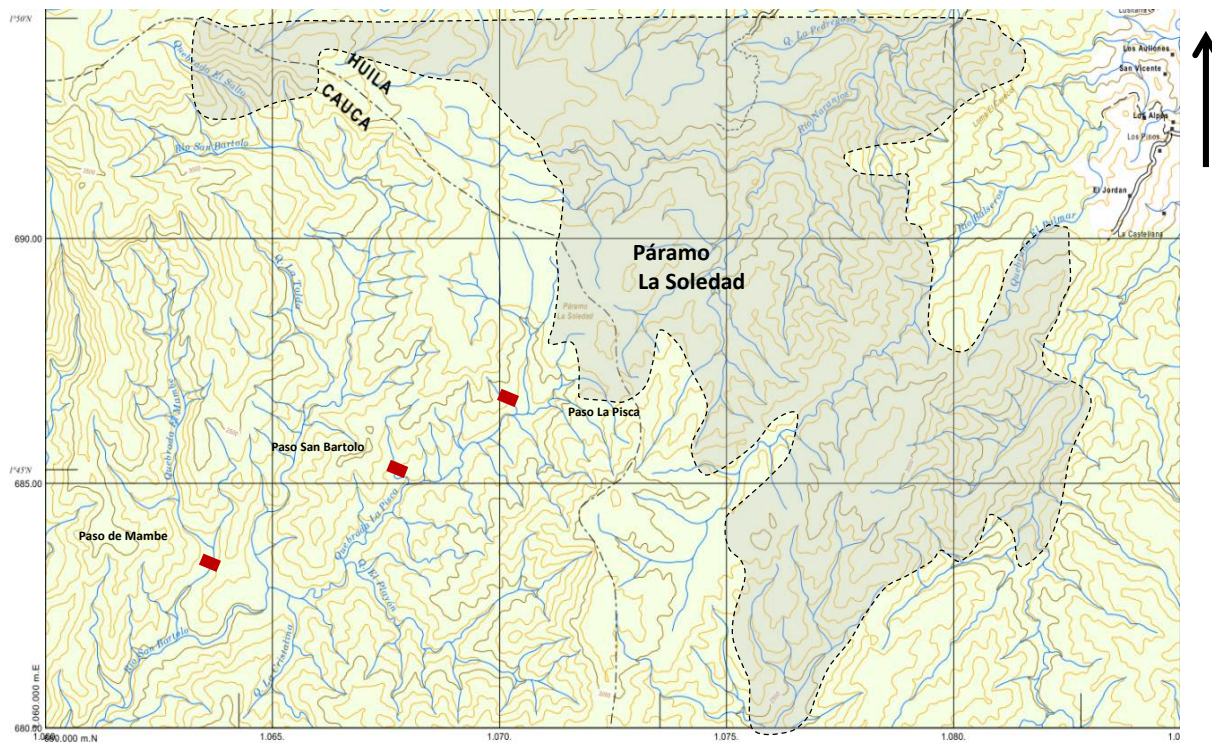




Figura 2. Mapa topográfico 387 Bolívar IGAC. Límite aproximado del páramo Chontillal

#### 4.2 Páramo La Soledad

Este páramo está ubicado al NE del municipio de Santa Rosa y se encuentra al E del límite S del Parque Nacional Natural Puracé (Figura 3). Es un páramo poco conocido y de gran interés biológico porque la intervención antrópica es mínima. Sin embargo, a pesar de existir un camino real que comunica los departamentos del Huila y el Cauca (Figura 2), el acceso en caballo con equipo de campo, solo es posible hasta el paso de La Pisca.



Santa Rosa

Escala aproximada 1:5.000

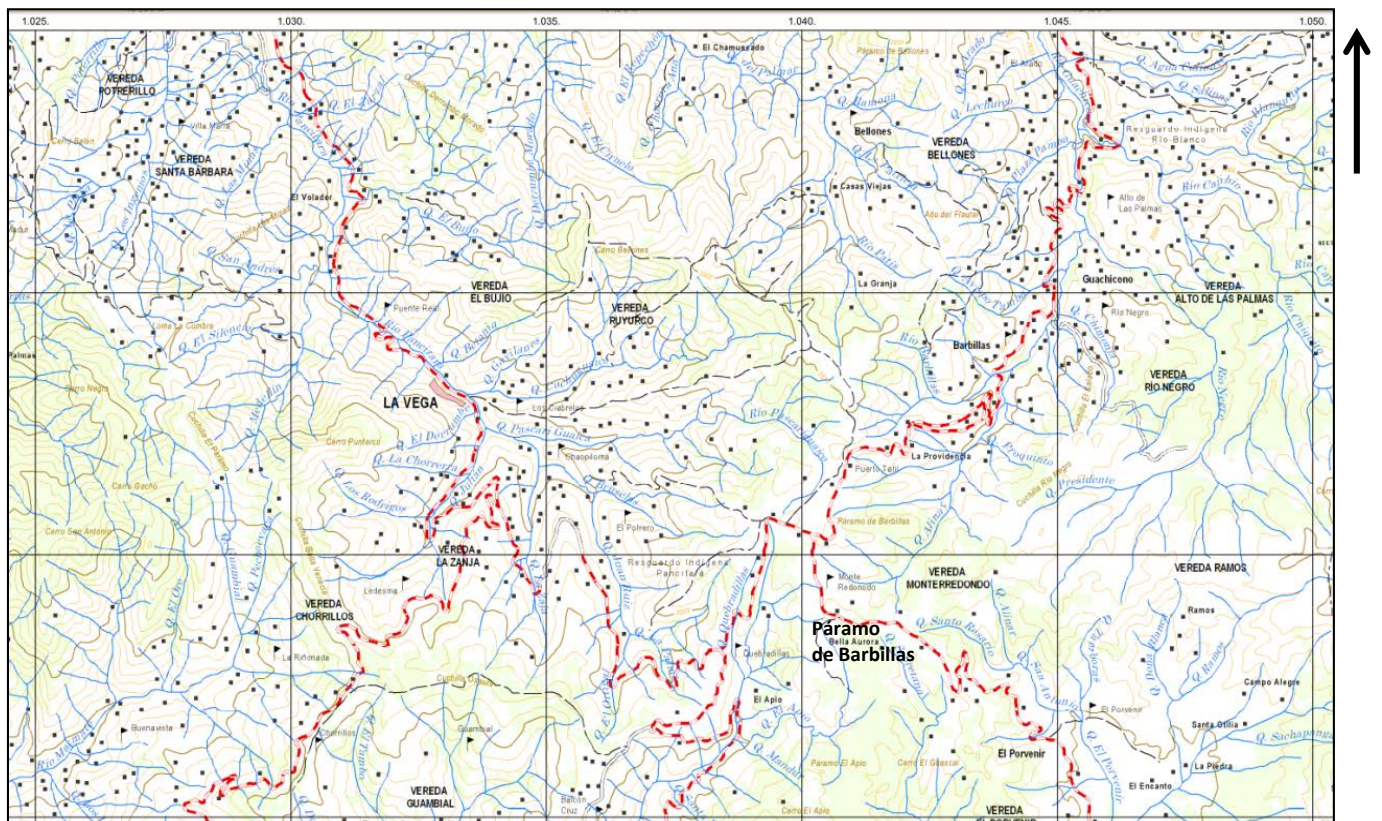
Figura 3. Mapa topográfico 388 IGAC. Límite aproximado del páramo La Soledad-



Camino aproximado Santa Rosa- vereda La Agencia- Páramo La Soledad.

### 4.3 Páramo de Barbillas

Está Localizado en el municipio de La Vega en los resguardos de Guachicono y Pancitará (Figura 4). A pesar de haber existido hace 10 a 15 años extensos cultivos de amapola en esta área hay una alta representatividad del ecosistema de páramo. La topografía de la zona aunque con pendientes fuertes es de fácil acceso.



Escala aproximada 1:5.000





## Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Figura 4. Mapa topográfico 387 Bolivar IGAC. Límite aproximado del páramo de Barbillas



## 5. TRANSECTOS Y ESTACIONES DE MUESTREO

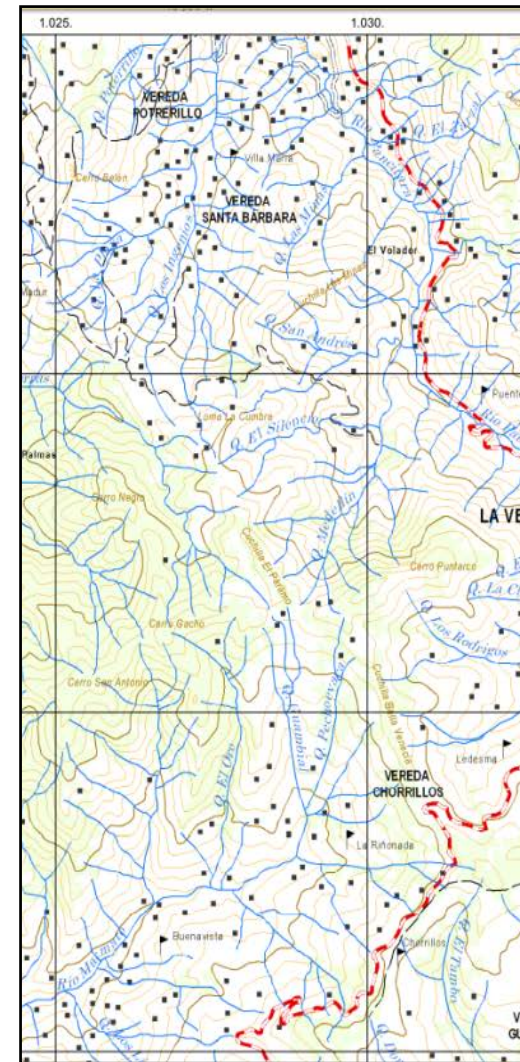
Los trabajos de caracterización de fauna y flora se llevaron a cabo en el páramo de Barbillas, donde se localizaron el transecto páramo Barbillas-Tr1 y el transecto páramo Bellones-Tres Cerrillos-Tr2. El transecto páramo de Barbillas está localizado en el resguardo de Guachicono, en la cuenca de la quebrada Alinar sobre el filo de la loma localizado al N de la escuela de la vereda Monterredondo, entre aguas de la quebrada Alinar y la quebrada Chicangama (nombre local), hacia el flanco E de la cordillera Central. El transecto páramo Bellones-Tres Cerrillos se localiza en el resguardo de Pancitará en la parte alta de la cuenca de la quebrada Pascariguaico, hacia el E de la cordillera Central (Figura 5). El transecto Tr1 pertenece al resguardo de Guachicono y el transecto Tr2 al resguardo de Pancitará. Para trabajar en estas áreas fue necesario solicitar permiso a los gobernadores de cada uno de éstos resguardos (Anexo 2). Sobre cada uno de los transectos se ubicaron las estaciones de muestreo.

### 5.1 TRANSECTO PÁRAMO DE BARBILLAS-Tr1

En el transecto Tr1 Las estaciones de muestreo se ubicaron cada 80 msnm ya que la longitud del transecto no posibilitaba ubicarlas cada 100 m. Las estaciones 1, 2 y 3 (Figura 5) están en un trayecto muy corto porque la pendiente de este tramo es de 35°, inclinación mayor que la del tramo donde se localizan las estaciones 4 y 5 cuya pendiente es de aproximadamente 12°, por lo que la distancia horizontal es mayor (Figura 6).

Las cinco estaciones seleccionadas se describen a continuación:





Escala aproximada 1:5.000

Figura 5. Ubicación aproximada de las estaciones de muestreo de los gradientes altitudinales seleccionados





Figura6. Transecto Páramo de Barbillas-Tr1.



### Estación 5

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 58' 30,3''$  N,  $76^{\circ} 42' 54,8''$  W, altitud de 3423 msnm. Vegetación de páramo cercana a vías y centros poblados. Se caracteriza por una cobertura de vegetación de herbáceas característica del páramo, con presencia de frailejones *Espeletia hartwegiana* (Figura 7)



Figura 7. Aspecto de la estación 5

### Estación 4

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 58' 45,3''$  N,  $76^{\circ} 41' 54,9''$  W, altitud de 3343 msnm. Se caracteriza por un estrato arbustivo y elementos arbóreos característicos de la vegetación de subpáramo, presencia de familias como Ericáceae y Melastomataceae. Es un área que en sus alrededores se practica la agricultura como se aprecia en la figura 8.





Figura 8. Vista de la estación 4

### Estación 3

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 58' 50,9''$  N,  $76^{\circ} 41' 43,2''$  W, altitud de 3261 msnm. Área con cobertura arbórea y arbustiva, presencia de familias como Ericaceae y Polipodyaceae (Figura 9).



Figura 9. Estación 3

### Estación 2

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 58' 55,2''$  N,  $76^{\circ} 41' 37,1''$  W, altitud de 3177





msnm. Área con presencia de una cobertura arbórea y arbustiva y presencia de la familia Rubiaceae (Figura 10).



Figura 10. Estación 2

### Estación 1

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 59' 00,1''$  N,  $76^{\circ} 41' 33,3''$  W, altitud de 3101 msnm. Representada por una cobertura arbustiva y elementos arbóreos. Presencia de especies como *Palicourea* sp. y *Blechnum* sp. (Figura 11)

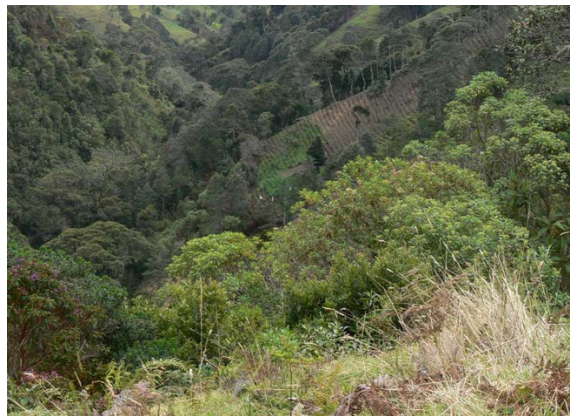


Figura 11. Estación 1.



## 5.2 TRANSECTO PÁRAMO BELLONES-TRES CERRILLOS-Tr2).

El transecto páramo de Bellones-Tres Cerrillos-Tr2 se localiza en la cuenca de la quebrada de su mismo nombre, la que es afluente del río Pancitará. Su dirección es oriente(E)-occidente (W). Las estaciones de muestreo se ubicaron cada 80 msnm, siguiendo la metodología usada para el transecto 1, para no generar posibles factores de variabilidad entre los dos transectos (Figura 12 y 13). El rango altitudinal entre la estación 1 y 2 no fue de 80 metros debido a que la longitud de la pendiente es muy corta y a la interrupción por el paso de la quebrada Pascariguaico .



Figura 12. Transecto Bellones-Tres Cerrillos-Tr2.



Figura 13. Hacia la estación 5.

Las estaciones se describen a continuación:

### Estación 5

Ubicada en las coordenadas geográficas  $2^{\circ} 00' 03,8''$  N,  $76^{\circ} 42' 31''$  W, altitud de 3574 msnm. Se caracteriza por presencia de herbáceas, presencia de *Espeletia hartwegiana*, *Calamagrostis bogotensis* y especies de la familia orchidaceae (Figura 14).





Figura 14. Panorámica de la estación 5

#### Estación 4

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ}59' 55,8''$  N,  $76^{\circ} 42' 45,7''$  W, altitud de 3495 msnm. Se caracteriza por vegetación de arbustal, bosque subparamuno, llamados en su conjunto como “charramascal” por los habitantes de la zona, sobresalen elementos arbóreos y especies como *Hesperomeles* sp. constituyen este tipo de vegetación (Figura 15).



Figura 15. Cobertura de la estación 4

#### Estación 3

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 59' 48,0''$  N,  $76^{\circ} 43' 06''$  W, altitud de 3413 msnm. La cobertura está dada por elementos arbustivos y arbóreos presencia de



ericáceas, orchidáceas y helechos como *Blechnum* sp. (Figura 16).



Figura 16. Aspecto de la cobertura vegetal de la Estación 3

### Estación 2

Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 59' 43,8''$  N,  $76^{\circ} 43' 10,2''$  W, altitud de 3332 msnm. La vegetación de este punto es dominada por un estrato arbóreo y presencia de epífitas (Figura 17).



Figura 17. Estación 2

### Estación 1



Ubicada en las coordenadas geográficas  $1^{\circ} 59' 41,3''$  N,  $76^{\circ} 43' 12,1''$  W, altitud de 3274 msnm. Este transecto finaliza con el encuentro de la quebrada Pascariguaico, que desembocará en el Río Pancitará. Dominan elementos de vegetación riparia con un estrato arbóreo; se destaca la presencia de familias como Melastomataceae y Rubiaceae (Figura 12).



Figura 12. Estación 1 Quebrada Pascariguaico.



## 6. METODOLOGÍAS DE TRABAJO

Las metodologías empleadas en campo según el grupo biótico estudiado se presentan a continuación.

### 6.1 Vegetación

En cada transecto se establecieron previamente 5 estaciones de muestreo, en cada una de las cuales y siguiendo las directrices propuestas por el IAvH, se ubicaron a lo largo del gradiente, distanciadas entre sí, como máximo, cada 80 metros y se efectuó el levantamiento de 3 parcelas ubicadas selectivamente a una distancia mayor o igual a 30 metros y divididas cada una de ellas en 5 subparcelas, tomando como criterio de inclusión a plantas leñosas con diámetro del tallo  $\geq 2\text{cm}$  a 30cm del suelo. Los levantamientos hechos en páramo adicionaron la cobertura de hierbas (Figura 19).

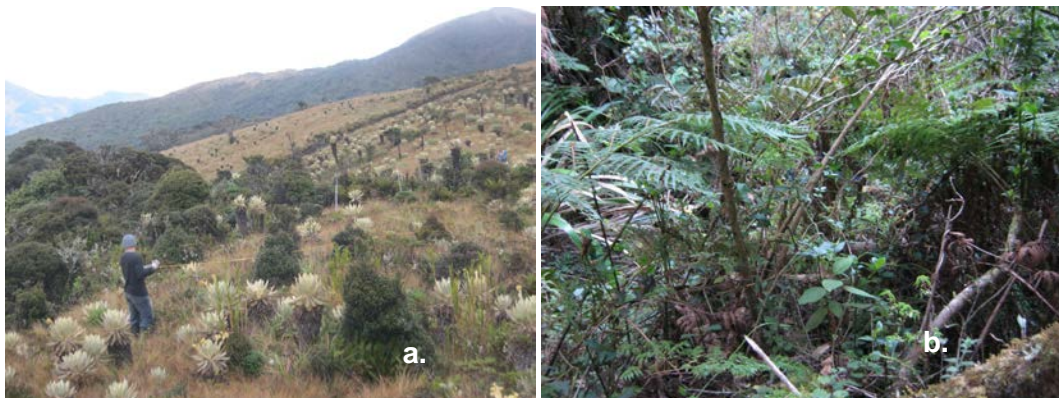


Figura19 a.Establecimiento estación 5 Tr.2. b.Aspecto general estación 1 Tr.2.

- **Tamaño de las parcelas**

Para el levantamiento de las parcelas al interior de las estaciones de muestreo se seguirá la propuesta de Marín (2013) que sugiere áreas de muestreo por formación vegetal así:

En formaciones de bosque altoandino= 100 m<sup>2</sup> en parcelas de 4 m x 25 m divididas en 5



subparcelas de 4 m x 5 m (Figura 20).

En arbustales y herbazales = 50 m<sup>2</sup> en parcelas de 4 m x 12,5 m divididas en 5 subparcelas de 4 m x 2,5 m (Figura 20).

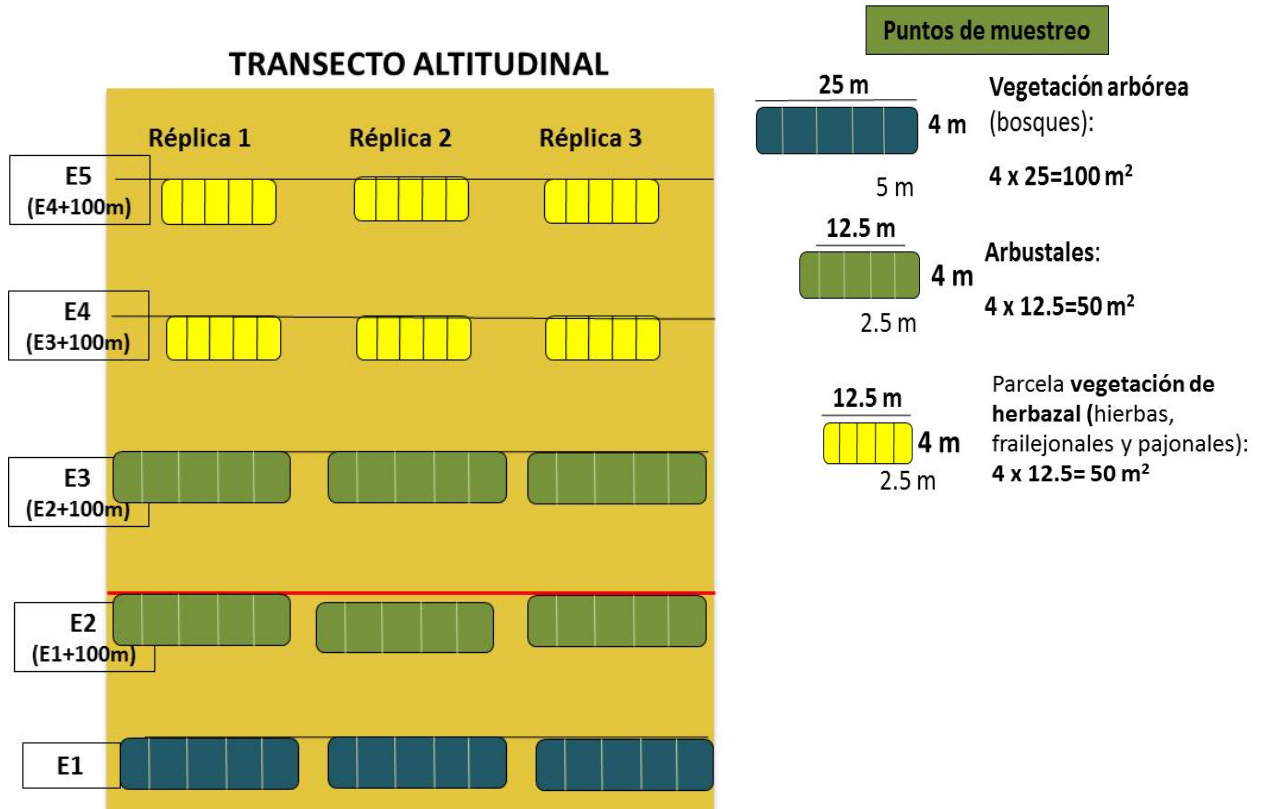


Figura 20. Esquema de las estaciones de muestreo y parcelas o puntos de muestreo en su interior para los levantamientos de vegetación en cada transecto altitudinal dispuesto para la delimitación de la zona de transición bosque altoandino-páramo. Tomado de Marín (2013)

En el bosque altoandino y arbustales de páramo se tomaron los siguientes datos para cada morfoespecie con un diámetro basal  $\geq 2$  cm a 30 cm del suelo:

1. Altura total
2. Altura a la primera ramificación (árboles)
3. Diámetro del tallo a 30 cm de altura.





Cuando un individuo presentaba tallo es ramificado desde la base (arbustos), se medio el diámetro de cada una de las ramificaciones y posteriormente se sumaron las áreas basales obtenidas de cada una de estas ramificaciones (Villareal *et al.* 2006) registrando su pertenencia al mismo individuo.

4. Cobertura de copa (m<sup>2</sup>): cálculo del área que proyecta la copa de cada individuo sobre el suelo. Se registró la medida de los diámetros mayor y menor, asumiendo la forma ovalada en las copas de los árboles, arbolitos y arbustos (Prieto 1994 en Rangel y Velásquez 1997):

$$C = 1/2 (D1 \times D2) \text{ donde } D1: \text{ Diámetro mayor, } D2: \text{ Diámetro menor}$$

5. Hábito (árbol, arbusto, roseta, hierba, epífita, entre otras).
6. Estado fenológico

En herbazales (áreas con predominancia de individuos de porte herbáceo) donde se encuentren arbustos y otras especies como frailejones, cuyo conteo de individuos pueda realizarse fácilmente, se registraron las variables anotadas anteriormente para arbustales. En el caso de macollas y otras especies cuya individualización sea difícil (individuos con reproducción clonal) se registró: Altura total, cobertura de copa y porcentaje de cobertura con respecto a cada subparcela, hábito, estado fenológico.

En áreas donde se identificó *paramización*, se priorizaron los levantamientos de vegetación al interior de las áreas de herbazales y arbustales, siguiendo el procedimiento usado para herbazales.

Adicionalmente para cada estación se elaboraron perfiles verticales de la vegetación a escala con base en los levantamientos realizados. Para ello se ubico un punto de coordenada (x, y) estimada en metros, en cada subparcela, con el fin de ubicar el o los individuos en los perfiles.

- **Toma de muestras botánicas**

La muestra botánica es una porción terminal de una rama de 30 – 35 cm de longitud. Para la toma de la muestra se corto la rama con hojas, y preferiblemente con estructuras



reproductivas (Flores – Frutos). Se colectaron entre dos y tres ejemplares, de los cuales uno de ellos, en estado fértil, se destinó al Herbario Federico Medem Bogotá -FMB- del Instituto Alexander von Humboldt. Y otro fue depositado en el herbario CAUP de la Universidad del Cauca. Adicionalmente, en la medida de lo posible, según la información local, se registraron los nombre comunes cada especie. Esta información fué consignada en las etiquetas de los ejemplares de herbario (Figura 21).



Figura 21. a Colecta en campo, b. Registro de datos y determinación preliminar, c. Preparación de material.

## 6.2 Anfibios

Se empleó el método de captura manual a través de la búsqueda de encuentro visual (VES) en recorridos libres dentro de cada estación de muestreo, con el esfuerzo de dos personas en cada estación durante dos días por 10 horas (Figura 22). Con el fin de incrementar el éxito de captura de anfibios de la clase anura, se realizó el montaje de trampas pitfall, ubicando 10 trampas de manera aleatoria en cada estación de muestreo, prefiriendo los lugares de mayor pendiente y las zonas de difícil acceso para el recorrido y la captura manual. Las vocalizaciones se utilizaron para el avistamiento de los individuos y no para la identificación taxonómica. Se indicaron datos generales como la estación, fecha, Departamento, Municipio, Vereda y Localidad. Para cada uno de los individuos capturados, se registró información de Altitud, coordenadas geográficas, Temperatura, Humedad, descripción del hábitat, microhábitat, clasificación taxonómica y los siguientes datos morfométricos: Peso (g), Longitud rostro-cloaca (LRC), Ancho de la Cabeza (AC), Ancho de Boca (AB), Longitud Antebrazo (LAB), Longitud Tibia-fíbula (LTF), Longitud Fémur (LF), Longitud del Pie (LP) y descripción de coloración.



Se tomó una muestra de tejido según el protocolo de seguridad requerido para este proceso (Figura 22). Para los individuos de mayor tamaño se tomó tejido muscular, y para los individuos más pequeños se procedió a cortar la extremidad posterior izquierda, ubicando cada tejido en un recipiente identificado con código de campo, fecha y tipo de tejido.

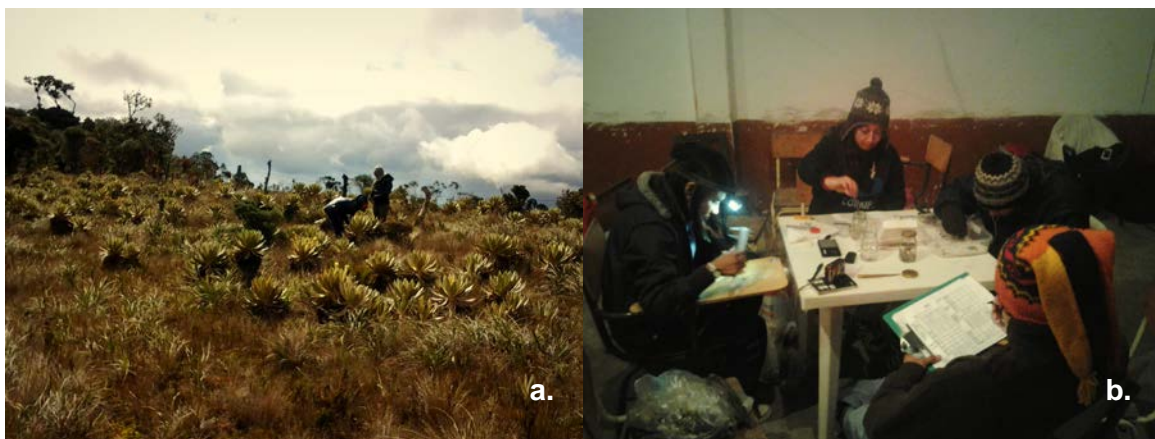


Figura 22. Metodología para el muestreo en campo de anfibios **a)** VES y **b)** trabajo de preparación de material en campo.

### 6.3 Aves

En cada punto de muestreo se registró la presencia de las aves durante dos días consecutivos, entre las 6:00 y las 18:00 horas, a partir de registros visuales (binoculares Bushell 7x35, 8x42 y 10x50) y auditivos obtenidos por un equipo de 2-3 observadores. Para los muestreos se tomó como punto de referencia la marca altitudinal demarcada con cinta flagging, y se anotaron todos los registros obtenidos en el área vecina a la marca (5 m aprox., en los puntos con mayor pendiente y de 10-15 de m. prox, en los de menos pendiente). En diseño original acordado no se planteó la realización de replicas, pero adicionalmente, el tiempo limitado, la topografía y en algunos puntos la estrechez de la franja de vegetación relictual manteniendo una misma cota altitudinal no lo hubieran permitido.



Adicionalmente, en los sectores donde la pendiente, la vegetación, el clima o la ausencia de ganado lo permitio se usaron capturas con redes de niebla (12x2.5 m) de forma simultanea a los registros visuales y auditivos, acorde con Ralph *et al.* (1996) y Villarreal *et al.* (2004). Las aves se identificaron en campo usando guias de aves (Hilty y Brown 2001, Nat. Geo 1999, McMullan *et al.* 2011), siguiendo la nomenclatura de Remsen *et al.* (2013). Con el fin de no sobrestimar las capturas, a cada individuo capturado le fue cortado el ápice de una timonera externa, siendo un método mínimamente invasivo, posteriormente el individuo fue fotografiado y liberado. Para los individuos capturados se registraron las siguientes variables, según el formato acordado, que podrían ser utiles en análisis de ecología funcional: longitud total, longitud total del pico, culmen expuesto, ancho y alto del pico, ala cuerda, envergadura, longitud de la cola, longitud del tarso, longitud de la uña, peso. Los ejemplares colectados fueron preparados como piel plana y serán depositados en la Colección de Ornitología del MHN de la Unversidad del Cauca, una vez se haya cumplido el protocolo de curaduría.

El esfuerzo de muestreo con redes de niebla fue variable debido a las condiciones de campo y climáticas. Para la zona del páramo de Barbillas no fue posible instalarlas en los puntos de muestreo 1 y 2 (tabla 1) debido a que el terreno era escarpado, estrecho y rodeado de vegetación espinosa. En los puntos 3 y 4 (tabla 1) fueron instaladas ocho redes de niebla dentro del bosque secundario sobre senderos (Figura 14), con una intensidad de muestreo de dos días por punto entre las 8:00h y 16:00h, para el punto 5 (tabla 1) se instalaron nueve redes de niebla, activadas desde las desde las 8:00h hasta las 14:00h (Figura 14). Para el páramo de Bellones – Tres cerrillos tampoco fue posible la instalación de redes de niebla en los puntos 1 y 2 (tabla 1) por las condiciones fisiográficas del terreno. En el punto 3 (tabla 1) se instalaron siete redes con una intensidad de muestreo de dos días por punto desde las 9:00 hasta las 14:00 horas. Para el punto 4 (Tabla 1) se utilizaron 17 redes con una intensidad de muestreo de ocho horas por día desde las 7:00 hasta las 15:00 horas y en el punto 5 (Tabla 1), debido a la presencia de fuertes vientos, se instalaron únicamente dos redes que estuvieron abiertas desde las 8:00 hasta las 15:00 horas (Figura 23). El esfuerzo de muestreo total con redes



de niebla se resume en la tabla 1.

**Tabla 1.** Esfuerzo de muestreo de aves con redes de niebla ( $m^2xh$ ).

ZONA DE MUESTREO	ALTURA (msnm)	GEOREFERENCIACIÓN		INTENSIDAD DE MUESTREO		
		N	E	Nº DE DÍAS	Nº DE REDES	ESFUERZO TOTAL DE MUESTREO
Páramo de Barbillas						
P3	3261	1°58'50,9"	76°41'43,2"	2	8	7680
P4	3343	1°58'45,3"	76°41'54,9"	2	8	7680
P5	3423	1°58'30,3"	76°42'54,8"	2	9	8640
Páramo Bellones -Tres cerrillos						
P3	3320	1°59'48"	76°43'0,6"	2	7	5880
P4	3390	1°59'55,8"	76°42'45,7"	2	17	16320
P5	3470	2°00'03,8"	76°42'31"	2	2	1680

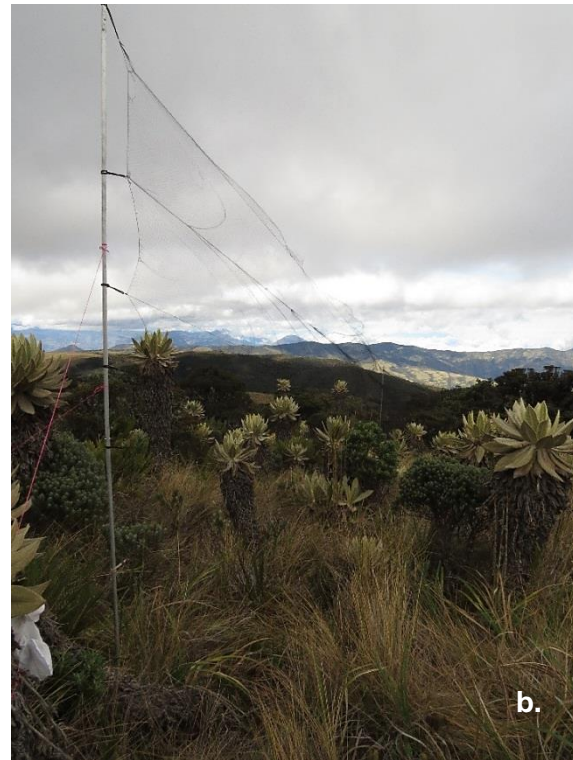




Figura 23. Metodologías para el registro de aves: a) y b) Redes de nieblas instaladas en la zona de páramo; c) Sendero de muestreo en la zona de bosque altoandino donde se realizaron registros por observación y vocalizaciones y d) Sesión de registros visuales y auditivos durante la jornada de campo.

#### 6.4 Edafofauna epigea

Para la colecta de los organismos edáficos epigeos se utilizaron un total de 50 trampas pitfall o de caída, en cada estación se dispusieron 10 unidades cada 10 a 8 metros entre ellas, consisten en recipientes plásticos transparentes de 10 cm de diámetro de abertura superior, 9 cm de diámetro de fondo y 20 de profundidad, adicionalmente se implementó techos para evitar la inundación de los recipientes. Por otra parte en cada espacio altitudinal se escogieron lugares aleatorios para realizar la colecta manual teniendo en cuenta diferentes tipos de sustrato, con el esfuerzo de dos personas en cada estación durante dos días por 10 horas (figura 24).





Figura 15. Metodología para el muestreo en campo de fauna epigea a) y b) trampas pitfall, c), d) e) y f) colecta manual, y g) y h) trabajo en laboratorio.

## 6.5 Análisis de resultados

**Vegetación:** A partir de los datos tomados en las parcelas se calcularon los siguientes parámetros:

1. Representatividad de muestreo por estación, mediante estimadores de riqueza Chao1, MMMean y ACE.



2. Riqueza total en el área de muestreo (#especies encontradas en la parcela)
3. Densidad total (# total de individuos en la parcela)
4. Frecuencia relativa (# subparcelas en las que se repite una especie/# total de subparcelas)
5. Áreas basales: Los valores del diámetro o circunferencia basal, tomados a 30 cm del suelo se transforman a valores de área con la fórmula del área del círculo, así:

$$A = \pi \times (d/2)^2 \text{ donde } d: \text{ diámetro del círculo}$$

sabiendo que:  $L = \pi \times d$  donde L: Longitud de la circunferencia

6. Área basal total (sumatoria de las áreas basales de todos los individuos en la parcela)
7. IVI (Índice de Valor de Importancia)

Diversidad alfa:

- Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Donde:  $H'$  = Índice de Shannon-Wiener;  $P_i$  = Abundancia relativa;  $\ln$  = Logaritmo natural

- Índice de Simpson

$$S = 1 / \sum \left( \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

Donde:  $S$  = Índice de Simpson;  $n_i$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie;  $N$  = número total de individuos

- Índice de Valor de Importancia (IVI): sumatoria de los valores de dominancia relativa (bien sea área basal relativa o cobertura relativa), frecuencia relativa (número de subparcelas en las que aparece la especie sobre la sumatoria total de frecuencias relativas de todas las especies) y densidad relativa (número de individuos de cada especie sobre el total de individuos). El valor máximo del IVI es de 300.





En los casos en los que no hay recuento de individuos (p.e. macollas, individuos clonales), se utilizan los valores de cobertura por especie como valor de abundancia para dichos cálculos.

Diversidad beta: Los análisis de datos se realizaron con base en métodos cuantitativos (similitud/disimilitud) y cualitativos con el fin de conocer el recambio de especies a lo largo del gradiente altitudinal. Se analizó la similitud para cada transecto y para cada estación de muestreo a lo largo del gradiente usando el índice de Sorensen (cualitativo y cuantitativo) y el algoritmo UPGMA o grupos pareados para generar el dendrograma a partir de la distancia promedio de los grupos.

La diversidad beta se estimó a partir del índice de Whittaker mediante el programa PAST (Hammer, 2001).

Índice de Sorensen o de Czekanowski (Índice de similitud - cualitativo)

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

Donde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas

Este índice relaciona el número de especies en común con respecto a todas las especies encontradas en los dos sitios

Índice de Sorensen (Índice de similitud – cuantitativo)

$$I_{Scuant} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde

aN= número total de individuos en el sitio A

bN= número total de individuos en el sitio B

pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios



Es muy similar al coeficiente de similitud de Sorensen para datos cualitativos, sin embargo en este no se relaciona con las especies sino con las abundancias (Villareal *et al.* 2006)

Índice de reemplazo de especies –Índice de Whittaker

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

$\beta$ = Beta

S= # de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

$\alpha$ = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Se utilizaron ejemplares fértiles para la determinación de las especies encontradas en los levantamientos, además para obtener información adicional de la riqueza vegetal en el área, se efectuaron colectas libres en cada una de las estaciones, tanto de briófitos como de plantas vasculares.

Se generó además un listado de las especies presentes tanto en las parcelas de muestreo como en los alrededores de cada estación. El sistema de clasificación empleado para plantas con flores fue APG III (2009) y el de Smith *et al.* (2006) para monilófitos y lycófitos.

**Fauna:** Se estimó la riqueza esperada y la representatividad del muestreo a través de la construcción de curvas de acumulación de especies con estimadores, como una herramienta útil en el análisis de riqueza específica de muestras de diferente tamaño (Moreno 2001), lo cual dará una medida de qué tan representativo y completo es el inventario, y permitirá conocer el alcance de los resultados y conclusiones. Las curvas de acumulación se realizaron mediante el programa Estimates (Statistical Estimation of Species and Richness and Shared Richness for Samples) versión S60b1a.

Para identificar la franja de transición entre bosque y páramo, se estimó la diversidad beta entre las estaciones (altitudes) de muestreo usando el método de agrupamiento no ponderado de medias (unweighted pair group method with arithmetic mean, UPGMA por sus siglas en ingles); este procedimiento separa las muestras con base en el grado de



diferencia en composición específica entre dichas muestras. Para este fin se construyó una matriz de presencia-ausencia con base en los datos de campo de las especies de aves, anfibios y edafofauna epigea (este último por gremios y familias).

El análisis de agrupamiento se basa en la idea que un conjunto de individuos (de  $N$  elementos) caracterizados por la información de  $n$  variables  $X_j$ , ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), se deben clasificar de manera que los individuos pertenecientes a un grupo (cluster) sean tan similares entre sí como sea posible, siendo los distintos grupos entre ellos tan disimilares como sea posible; mediante el software Past (Hammer 2013).

Adicionalmente, se realizó el análisis de similitud de Jaccard utilizando la abundancia de las especies, en cada estación de muestreo por transecto buscando mayor sensibilidad en el agrupamiento de las estaciones de muestreo.



## 7. RESULTADOS Y ANALISIS

Las caracterizaciones se realizaron en el Páramo de Barbillas, Vereda Monterredondo, Resguardo de Guachicono, Municipio de La Vega del 13 al 20 de septiembre y en el Páramo de Bellones-Tres Cerrillos, Vereda Nueva Providencia, Resguardo de Pancitará, Municipio de la Vega del 30 de Septiembre al 7 de Octubre. La ubicación de los sitios de muestreos se muestra en la figura 5.

### 7.1 TRANSECTO 1. Páramo de Barbillas, Vereda Monterredondo, Resguardo de Guachicono, Municipio de La Vega

**Vegetación:** el total de registros se muestra en el Anexo 3.

Una síntesis de las características de las cinco estaciones del transecto 1 así como la representatividad de los muestreos se relaciona en la tabla 2.

**Tabla 2.** Características generales de las estaciones del transecto 1

Estación de muestreo	1	2	3	4	5
Asnm	3101	3177	3261	3343	3423
Área muestreada(m <sup>2</sup> )	300	150	300	300	150
No. de especies	31	18	28	23	3
Hábito con mayor abundancia	Arbóreo	Arbóreo-Arbustivo	Arbóreo	Arbóreo	Hierbas caulirrosuladas
Representatividad del muestreo	82%	90%	84%	81%	100%

Estación 1 (3101 msnm): Pendientes del 30%. Es común encontrar especies arbóreas que se ramifican desde la base o muy cerca de ella y que dan origen a dos o tres tallos, los cuales contribuyen significativamente al área basal de la especie, tal es el caso de *Axinaea fallax*, *Gaiadendron punctatum*, *Weinmannia rollottí*, *Miconia gleasoniana*, *Freziera reticulata*, *Siparuna echinata*, *Ocotea heterochroma* y *Clethra rugosa*. Se presentan solo tres especies con valores de importancia ecológica iguales o superiores a



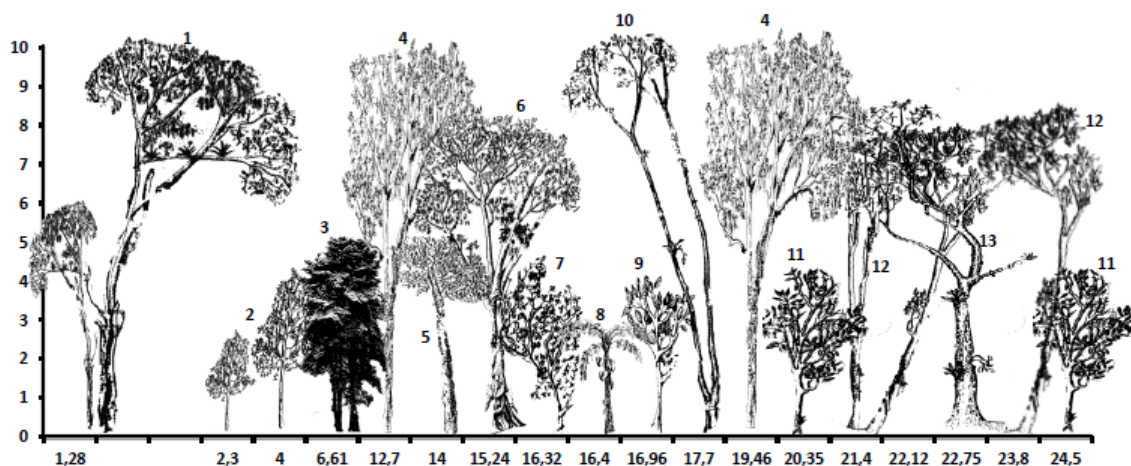
25. *Brunellia tomentosa* es la especie con mayor IVI (40,13); le siguen en importancia *Ocotea sericea* (33,30) y *Freziera reticulata* (29,58). De igual manera presentan valores significativos comprendidos entre 10 y 25 las siguientes especies: *Palicourea flavescens* (18,61), *Miconia gleasoniana* (14,74), *Clethra rugosa* (14,06), *Psammisia graebneriana* (13,91), *Weinmannia rollottii* (13,69), *Axinaea fallax* (13,07) y *Myrsine coriacea* (11,53) En total se registraron 31 especies (Tabla 3).

**Tabla 3.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, Estación 1. Altitud de 3101msnm. a: árbol, ar: arbusto, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
Aquifoliaceae	<i>Ilex pernervata</i> Cuatrec.	a
Brunelliaceae	<i>Brunellia tomentosa</i> Bonpl.	a
Calyceraceae	<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav.	ar
Celastraceae	<i>Maytenus novogranatensis</i> Cuatrec.	a
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum translucidum</i> Cuatrec.	a
Clethraceae	<i>Clethra rugosa</i> Steyerm.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	a
	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea frigida</i> (H. Karst.) Domin	ha
	<i>Cyathea sp.1</i>	ha
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex St.-Hil.) Hoerold	a
	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	ar
	<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	ar
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	ar
Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez	a
	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
	<i>Ocotea sericea</i> Kunth	a
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Melastomataceae	<i>Axinaea fallax</i> Gleason	a
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia tinifolia</i> Naudin	a
Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i> (C. DC.) Harms	a
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	a
Pentaphragmaceae	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilger	a
Rubiaceae	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Sabiaceae	<i>Meliosma arenosa</i> Idrobo & Cuatrec.	a
Siparunaceae	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	a



El perfil de la vegetación para la estación 1 se muestra a continuación.



**Transecto 1. Estación 1:** 1. *Axinaea fallax*, 2. *Gaiadendron punctatum*, 3. *Escallonia myrtilloides*, 4. *Brunellia tomentosa*, 5. *Myrsine coriacea*, 6. *Clusia multiflora*, 7. *Desfontainia spinosa*, 8. *Cyathea frigida*, 9. *Psammisia graebneriana*, 10. *Ocotea sericea*, 11. *Miconia gleasoniana*, 12. *Freziera reticulata*, 13. *Weinmannia rollottii*.

Estación 2 (3177 msnm): Pendientes del 40%; suelos con erosión natural debida a la alta pendiente; muchos arbolitos muertos y dominio de arbustos sobre las formas arbóreas. Debido a las condiciones de pendiente del terreno, sujeto a deslizamientos, la vegetación existente está dominada por arbustos y algunos árboles de porte pequeño que no alcanzan el tamaño que desarrollan en suelos menos vulnerables. Algunas plantas arbustivas y arbóreas dominantes presentan tallos múltiples, originados desde o cerca de la base, característica especialmente notoria en *Baccharis latifolia*, *Myrsine coriacea*, *Escallonia myrtilloides* y *Baccharis lehmannii*. Las especies dominantes corresponden a arbustos típicos de vegetación sucesional y arbolitos de *Freziera* que forman rodales en áreas alteradas. Se presentan 4 especies con IVI igual o mayor a 25. La especie con mayor índice de valor de importancia es *Freziera canescens* (57,48); le siguen *Otholobium*



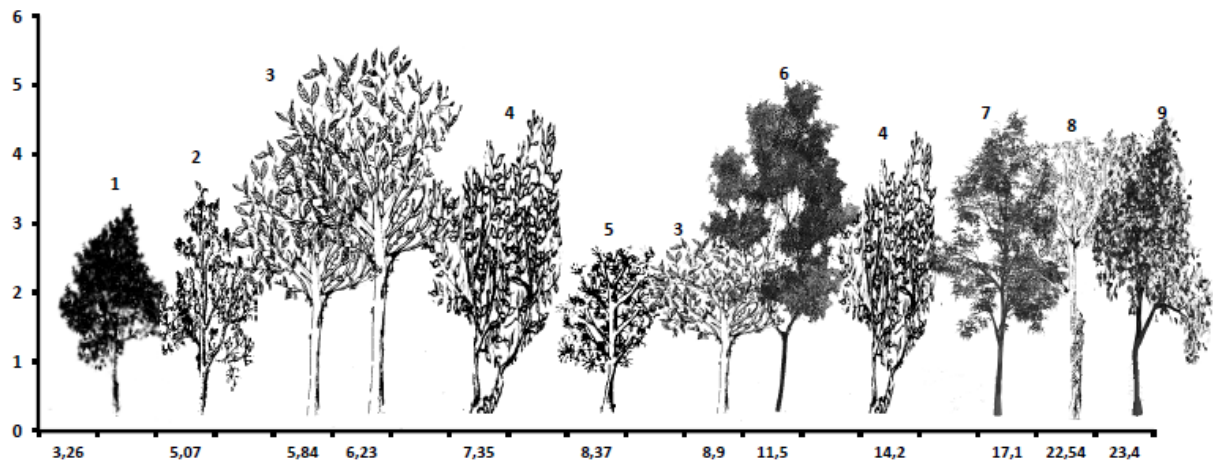
*mexicanum* (38,70), *Baccharis lehmannii* (38,39) y *Baccharis latifolia* (35,20). También merecen mencionarse a *Gaultheria erecta* (21,53), *Brunellia tomentosa* (16,10), *Myrsine coriacea* (15,22), *Morella pubescens* (10,35) y *Baccharis buddlejoides* (10,35). En esta estación fueron halladas 18 especies (Tabla 4).

**Tabla 4.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, Estación 2. Altitud de 3177msnm. a: árbol, ar: arbusto.

Familia	Especie	Hábito
Asteraceae	<i>Baccharis buddlejoides</i> Kunth	ar
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	ar
	<i>Baccharis lehmannii</i> Klatt	ar
Brunelliaceae	<i>Brunellia tomentosa</i> Bonpl.	a
	<i>Clethra rugosa</i> Steyerm.	a
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	a
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.f.	a
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex St.-Hil.) Hoerold	a
	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	ar
	<i>Gaultheria ramosissima</i> Benth.	ar
	<i>Macleania cf. pubiflora</i> Benth	ar
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	ar
Fabaceae	<i>Otholobium mexicanum</i> (L.f.) J. W. Grimes	ar
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	a
Pentaphragacaceae	<i>Freziera canescens</i> Bonpl.	a
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a

El perfil de la vegetación de la estación 2, se muestra a continuación.





Transecto 1. Estación 2: 1. *Clethra rugosa*, 2. *Baccharis latifolia*, 3. *Freziera canescens*, 4. *Baccharis lehmannii*, 5. *Bejaria resinosa*, 6. *Morella pubescens*, 7. *Monnina fastigiata*, 8. *Brunellia tomentosa*, 9. *Vallea stipularis*.

Estación 3 (3261 msnm): Pendientes del 35%, con áreas en el extremo de la estación con pendientes del 15%. Persiste la presencia de tallos ramificados desde la base en especies arbóreas, especialmente en *Weinmannia mariquita*, *Ocotea sericea*, *Weinmannia rollottii* y *Viburnum triphyllum*; esta característica aparece ocasionalmente en algunos individuos de *Freziera reticulata*, *Clethra rugosa*, *Psammisia graebneriana*, *Geissanthus andinus* y *Palicourea amethystina*. Tres especies presentan valores de IVI iguales o mayores de 25. Sobresale de todas ellas *Weinmannia rollottii* (76,22), especie con un gran número de individuos por área (28). Le siguen en importancia *Weinmannia mariquita* (31,98) y *Freziera reticulata* (31,61). Otras 6 especies que merecen mencionarse y que presentan valores de IVI comprendidos entre 10 y 25, son *Palicourea amethystina* (19,32), *Clethra rugosa* (16,02), *Ocotea sericea* (15,59), *Geissanthus andinus* (12,24), *Psammisia graebneriana* (12,07) y *Viburnum triphyllum* (10,17). En total se registraron 28 especies (tabla 5).

**Tabla 5.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, Estación 3. Altitud de 3261msnm. a: árbol, ar: arbusto. a: árbol, ar: arbusto, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp1	a

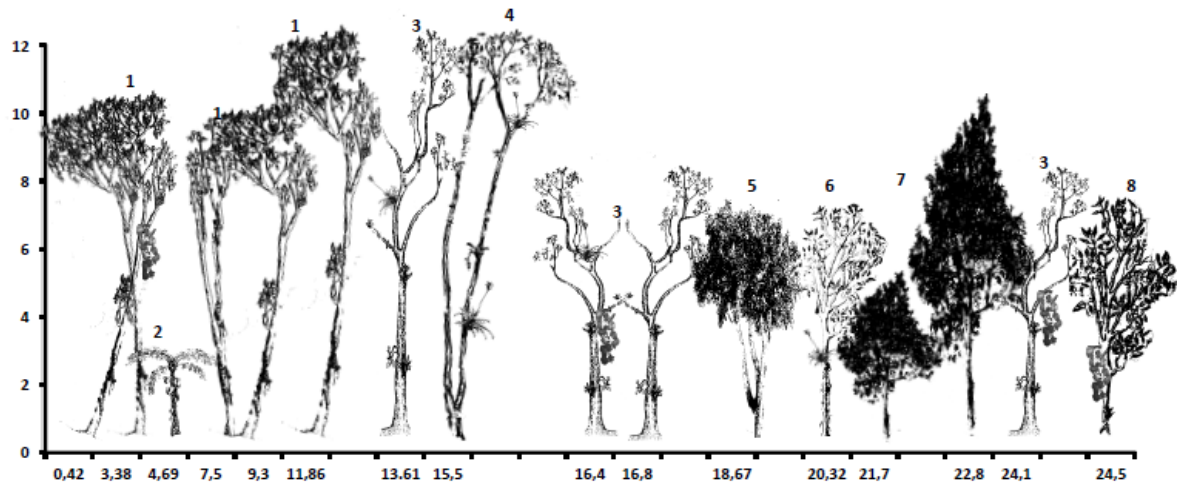




Asteraceae	<i>Gynoxys tolimensis</i> Wedd.	ar
	<i>Pentacalia arborea</i> (Kunth) H. Rob. & Cuatrec.	a
Berberidaceae	<i>Berberis grandiflora</i> Turcz.	ar
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	a
Brunelliaceae	<i>Brunellia tomentosa</i> Bonpl.	a
Celastraceae	<i>Maytenus novogranatensis</i> Cuatrec.	a
Clethraceae	<i>Clethra rugosa</i> Steyerem.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea frigida</i> (H. Karst.) Domin	ha
	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	ar
	<i>Macleania cf. pubiflora</i> Benth	ar
	<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	ar
	<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	ar
Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez	a
	<i>Ocotea sericea</i> Kunth	a
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Melastomataceae	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia sp1</i>	a
Pentaphragmaceae	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	a
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a

El perfil de la vegetación de la estación 3, se muestra a continuación.





Transecto 1. Estación 3: 1. *Freziera reticulata*, 2. *Cyathea frigida*, 3. *Weinmannia rollottii*, 4. *Ocotea sericea*, 5. *Weinmannia mariquitae*, 6. *Geissanthus andinus*, 7. *Clethra rugosa*, 8. *Miconia gleasoniana*.

Estación 4 (3343 msnm): Pendientes del 30% con algunas áreas planas. Es notoria la presencia de tallos múltiples originados desde la base en algunos individuos de *Weinmannia mariquitae*, *Viburnum triphyllum*, *Miconia jahnii*, *Palicourea amethystina*, *Miconia gleasoniana*, *Vallea stipularis*, *Oreopanax discolor*, *Clethra rugosa*, *Axinaea macrophylla* y *Weinmannia rollottii*. Se hallan 3 especies con valores de importancia iguales o mayores a 25. No existe un predominio absoluto de ninguna de ellas sobre las demás. En la cúspide se encuentra *Axinaea macrophylla* (54,79) y a continuación *Palicourea amethystina* (44,57) y *Weinmannia rollottii* (28,86). Otras especies importantes son: *Miconia jahnii* (24,22), *Vallea stipularis* (19,24), *Viburnum triphyllum* (18,85), *Weinmannia mariquitae* (17,21), *Freziera reticulata* (13,97) y *Oreopanax discolor* (13,04). Se registraron 23 especies (tabla 6).

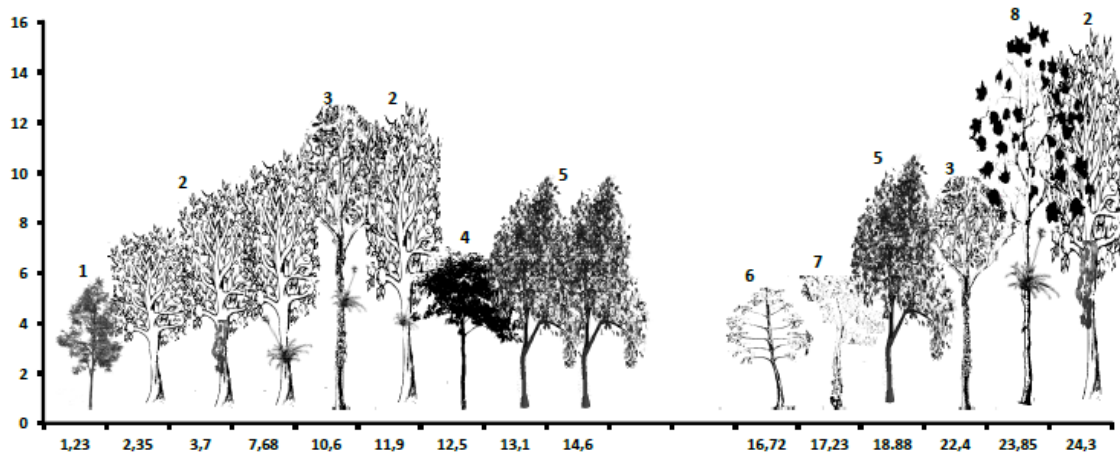
**Tabla 6.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, Estación 4. Altitud de 3343msnm. a: árbol, ar: arbusto ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
---------	---------	--------



Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Araliaceae	<i>Oreopanax discolor</i> Dcne.	a
Asteraceae	<i>Gynoxys tolimensis</i> Wedd.	a
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	a
Clethraceae	<i>Clethra rugosa</i> Steyerm.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth	a
	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea straminea</i>	ha
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	a
Ericaceae	<i>Macleania cf. pubiflora</i> Benth	ar
Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
	<i>Miconia tinifolia</i> Naudin	a
	<i>Miconia sp1</i>	a
Pentaphragaceae	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i> (Brand) Stahl	a

El perfil de la vegetación de la estación 4, se muestra a continuación.



Transecto 1. Estación 4: 1. *Monnina fastigiata*, 2. *Axinaea microphylla*, 3. *Miconia jahnii*, 4. *Gynoxys tolimensis*, 5. *Vallea stipularis*, 6. *Palicourea amethystina*, 7. *Miconia sp1*, 8. *Oreopanax discolor*.

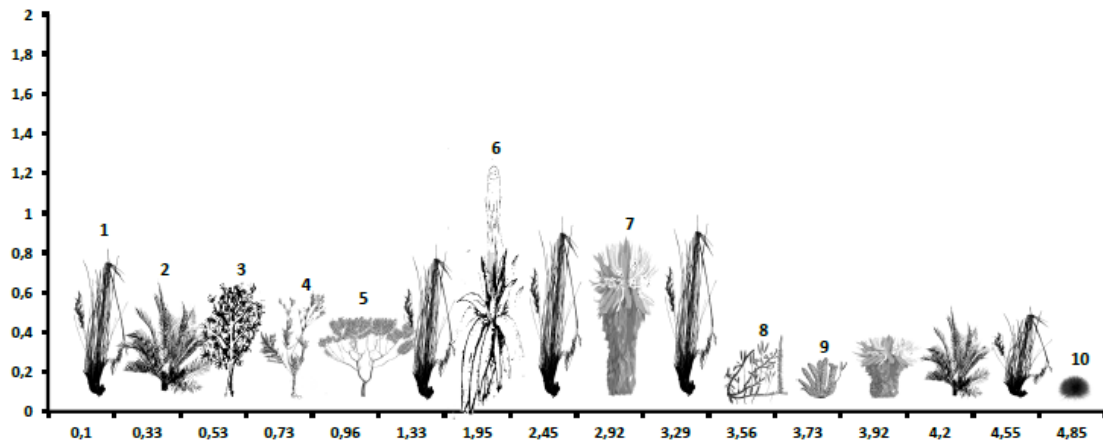


Estación 5 (3423 msnm): Área casi plana con pendientes del 5%. Dominancia de caulirrosulos de *Espeletia hartwegiana*, arbustos de *Bejaria resinosa* y predominio de hierbas como *Calamagrostis effusa*, *Puya hamata* y *Rhynchospora locuples*. En ciertos lugares sobresalen arbustos de *Hypericum laricifolium*, *Blechnum loxense* y *Pentacalia vaccinioides*. Se registraron tres especies de leñosas y/o rosetas con escapo semileñoso (tabla 7).

**Tabla 7.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, Estación 5. Altitud de 3423msnm. ar: arbusto, h: hierba, rc: roseta caulescente.

Familia	Especie	Hábito
Asteraceae	<i>Espeletia hartwegiana</i> Sch. Bip.	rc
Bromeliaceae	<i>Puya hamata</i> L. B. Sm.	h
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.f.	ar

El perfil de la vegetación de la estación 5, se muestra a continuación.



Transecto 1. Estación 5: 1. *Calamagrostis effusa*, 2. *Blechnum loxense*, 3. *Bejaria resinosa*, 4. *Hypericum laricifolium*, 5. *Diplostephium floribundum*, 6. *Puya hamata*, 7. *Espeletia hartwegiana*, 8. *Lycopodiella alopecuroides*, 9. *Lycopodium clavatum*, 10. *Oreobolus goeppingerii*.

**Inventario:** Para el transecto 1, Páramo de Barbillas (Estaciones 1 a 5) y altitudes entre los 3110 y 3423 m., se registran 195 especies vegetales incluidas en 131 géneros y 75

familias, 10 hábitos de crecimiento. Las especies pertenecen a Angiospermas, Monilofitos y Lycófitos. Este número incluye especies encontradas en las parcelas y fuera de ellas (tabla 8).

**Tabla 8.** Plantas vasculares del área de bosque en la vereda Monterredondo, trayecto entre la quebrada Alinar y el Páramo. Altitud de 3110-3320 msnm. a: árbol, ar: arbusto, e: epífita, h: hierba erecta, ha: helecho arborescente o con tronco definido, hc: hierba en cojín, he: helecho, hp: hemiparásita, rc: caulirrósulo, t: trepadora.

Familia	Especie	Hábito
Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	a
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Astroemeriaceae	<i>Bomarea hirsuta</i> (Kunth) Herb	t
	<i>Bomarea linifolia</i> (Kunth) Baker	h
	<i>Bomarea multiflora</i> (L.f.) Mirb.	t
Apiaceae	<i>Azorella multifida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	hc
	<i>Niphogeton</i> sp	h
Aquifoliaceae	<i>Ilex pernervata</i> Cuatrec.	a
	<i>Ilex</i> sp	a
Araceae	<i>Anthurium</i> sp	h
Araliaceae	<i>Oreopanax discolor</i> Dcne.	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	he
Asteraceae	<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	ar
	<i>Ageratina</i> sp	ar
	<i>Baccharis buddlejoides</i> Kunth	ar
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	h
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	ar
	<i>Baccharis lehmannii</i> Klatt	ar
	<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	h
	<i>Dendrophorbium lloense</i> (Hieron.) C. Jeffrey	ar
	<i>Diplostephium cinerascens</i> Cuatrec.	ar
	<i>Diplostephium floribundum</i> (Benth.) Wedd.	ar
	<i>Diplostephium pittierii</i> Cuatrec.	ar
	<i>Espeletia hartwegiana</i> Sch. Bip.	rc
	<i>Gnaphalium antennarioides</i> DC.	h
	<i>Gynoxys tolimensis</i> Wedd.	a
	<i>Hieracium lehmannii</i> Zahn	h
	<i>Munnozia jussieui</i> (Cass.) H. Rob. & Bretell	ar
	<i>Munnozia senecioinidis</i> Benth.	t
	<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	h
	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	h
	<i>Pentacalia arborea</i> (Kunth) H. Rob. & Cuatrec.	a
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	ar	
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp	h



Berberidaceae	<i>Berberis grandiflora</i> Turcz.	ar
Blechnaceae	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R. M. Tryon & Stolze	ha
	<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger	he
	<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. & Salomon	ha
Boraginaceae	<i>Plagiobothrys linifolius</i> (Willd. ex Lehm.) I. M. Johnst.	hc
	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	a
Bromeliaceae	<i>Greigia</i> sp	h
	<i>Guzmania candelabrum</i> (André) André ex Mez	h
	<i>Puya hamata</i> L. B. Sm.	h
	<i>Tillandsia tetrantha</i> Ruiz & Pav.	e
	<i>Tillandsia pastensis</i> André	e
Brunelliaceae	<i>Brunellia tomentosa</i> Bonpl.	a
Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	h
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	h
	<i>Valeriana</i> sp	t
Celastraceae	<i>Maytenus novogranatensis</i> Cuatrec.	a
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	a
	<i>Hedyosmum translucidum</i> Cuatrec.	a
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	ar
	<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	a
	<i>Clethra rugosa</i> Steyerem.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Columelliaceae	<i>Desfontainia spinosa</i> Ruiz & Pav.	a
Coriariaceae	<i>Coriaria ruscifolia</i> L.	ar
Culcitaceae	<i>Culcita coniifolia</i> (Hook.) Maxon	he
Cunoniaceae	<i>Weinmannia brachystachya</i> Willd. ex Pamp.	ar
	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	a
	<i>Weinmannia heterophylla</i> Kunth	a
	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea frigida</i> (H. Karst.) Domin	ha
	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha
	<i>Cyathea straminea</i> H. Karst.	ha
Cyperaceae	<i>Carex bonplandii</i> Kunth	h
	<i>Carex</i> sp	h
	<i>Oreobolus goeppingerii</i> Suess.	hc
	<i>Rhynchospora locuples</i> C. B. Clarke	h
	<i>Rhynchospora schiedeana</i> (Schltdl.) Kukenthal	h
Dennstaedtiaceae	<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J. Sm.	he
Dicksoniaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J. F. Gmel.) C. Chr.	he
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum ellipsoideum</i> (Sodiolo) H. Christ.	he
	<i>Elaphoglossum</i> sp1	he
	<i>Elaphoglossum</i> sp2	he
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	a
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.f.	a
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex St.-Hil.) Hoerold	a



	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	ar
	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	ar
	<i>Gaultheria foliolosa</i> Benth.	ar
	<i>Macleania cf. pubiflora</i> Benth	ar
	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A. C. Sm.	ar
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	ar
	<i>Plutarchia angulata</i> A. C. Sm.	ar
	<i>Psammisia graebneriana</i> Hoerold	ar
	<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	ar
	<i>Vaccinium corymbodendron</i> Ruiz & Pav. ex Dunal	ar
	<i>Vaccinium sp</i>	ar
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus columbiensis</i> Ruhland	hc
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	ar
Fabaceae	<i>Lupinus alirevolutus</i> C. P. Sm.	hc
	<i>Otholobium mexicanum</i> (L.f.) J. W. Grimes	ar
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	h
	<i>Macrocarpaea pachyphylla</i> Gilg	ar
Geraniaceae	<i>Geranium rhomboidale</i> H. E. Moore	hc
Gesneriaceae	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	h
	<i>Glossoloma ichthyoderma</i> (Hanst.) J. L. Clark	e
Gleicheniaceae	<i>Sticherus revolutus</i> (Kunth) Ching	he
	<i>Sticherus simplex</i> (Desv.) Ching	he
Gunneraceae	<i>Gunnera pilosa</i> Kunth	h
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum myriocarpum</i> Hook.	he
	<i>Hymenophyllum trichophyllum</i> Kunth	he
Hypericaceae	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	ar
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	ar
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	h
Juncaceae	<i>Juncus echinocephalus</i> Balslev	h
	<i>Juncus ecuadorensis</i> Balslev	h
	<i>Luzula gigantea</i> Desv.	h
	<i>Luzula vulcanica</i> Liebm.	h
Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez	a
	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
	<i>Ocotea sericea</i> Kunth	a
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	hc
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Lycopodiaceae	<i>Huperzia molongensis</i> (Herter) Holub	e
	<i>Huperzia hippuridea</i> (H. Christ.) Holub	h
	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	e
	<i>Huperzia tetragona</i> (Hook. & Grev.) Trevisan	h
	<i>Lycopodiella alopecuroides</i> (L.) Cranfill	h
	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	h
	<i>Lycopodium jussiaei</i> Desv. ex Poir.	hc
	<i>Lycopodium thyoides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	hc
Melastomataceae	<i>Axinaea fallax</i> Gleason	a



	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Brachyotum lindenii</i> Cogn.	ar
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
	<i>Miconia tinifolia</i> Naudin	a
	<i>Miconia</i> sp	a
	<i>Tibouchina grossa</i> (L.f.) Cogn.	ar
	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	ar
Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i> (C. DC.) Harms	a
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	a
Myrtaceae	<i>Myrteola nummularia</i> (Poir.) Beg.	hc
Orchidaceae	<i>Epidendrum torquatum</i> Lindl.	h
Orobanchaceae	<i>Bartsia laniflora</i> Benth.	h
Pentaphragaceae	<i>Freziera canescens</i> Bonpl.	a
	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Piperaceae	<i>Peperomia ubate-susanensis</i> Yunck.	e
	<i>Peperomia hartwegiana</i> Miq.	e
	<i>Peperomia saligna</i> Kunth	h
Plagyogyriaceae	<i>Plagyogyria semicordata</i> (C. Presl.) H. Christ.	he
Plantaginaceae	<i>Plantago linearis</i> Kunth	h
Poaceae	<i>Calamagrostis bogotensis</i> (Pilg.) Pilg.	h
	<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	h
	<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilger	h
	<i>Neurolepis</i> sp	h
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	a
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
	<i>Monnina</i> sp	a
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum densifolium</i> (Hieron.) Lellinger	he
	<i>Ceradenia spixiana</i> (Mart. ex Mett.) L. E. Bishop	he
	<i>Ceradenia kookenamae</i> (Jenm.) L. E. Bishop	he
	<i>Pecluma camptophyllaria</i> (Fée) G. M. Price	he
	<i>Serpocaulon eleuterophlebium</i> (Fée) A. R. Sm.	he
	<i>Serpocaulon sessilifolium</i> (Desv.) A. R. Sm.	he
	<i>Terpsichore lanigera</i> (Desv.) A. R. Sm.	he
	<i>Terpsichore senilis</i> (Fée) A. R. Sm.	he
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	t
	<i>Melpomene erecta</i> (C. V. Morton) A. R. Sm. & R. C. Moran.	he
	<i>Polypodium monosorum</i> Desv.	he
Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	a
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	ar
Pteridaceae	<i>Eriosorus flexuosus</i> (Kunth) Copel.	he
	<i>Jamesonia imbricata</i> (Sw.) Hook. & Grev.	he
	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	he
Ranunculaceae	<i>Ranunculus geranioides</i> Kunth ex DC.	h
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.	h





	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	ar
	<i>Lachemilla holosericea</i> (L. M. Perry) Rothm.	hc
	<i>Lachemilla hispidula</i> (L. M. Perry) Rothm.	h
	<i>Prunus huantensis</i> Pilger	a
	<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	h
	<i>Rubus compactus</i> Benth.	h
	<i>Rubus</i> sp	h
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum muticum</i> (Wedd.) Standl.	ar
	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	h
	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	hc
	<i>Notopleura marginata</i> (Benth.) Bullock	h
	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Sabiaceae	<i>Meliosma arenosa</i> Idrobo & Cuatrec.	a
Santalaceae	<i>Dendrophthora ambigua</i> Kuijt	hp
	<i>Dendrophthora clavata</i> (Benth.) Urb.	hp
	<i>Dendrophthora chrysostachya</i> (C. Presl.) Urb.	hp
Siparunaceae	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	a
Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	ar
Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i> (Brand) Stahl	a
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp	he
Violaceae	<i>Viola</i> sp	h

**Estructura de la vegetación:** Se reportan 61 especies en el transecto 1 distribuidas así: 32 especies en una sola estación; 18 en dos estaciones, 9 especies en tres y 2 especies en cuatro estaciones. Sólo las especies *Clethra rugosa* y *Myrsine coriacea* se encontraron en cuatro estaciones simultáneamente (3101, 3177, 3261 y 3343 m. de altitud). Las especies *Brunellia tomentosa* y *Gaidendron punctatum* se encontraron en tres estaciones simultáneas entre los 3101 – 3261m. *Cavendishia bracteata*, *Escallonia myrtilloides* y *Gaultheria erecta*, solo fueron halladas en las dos estaciones de menor altitud (3101 y 3177 m.).

Las especies *Axinea fallax*, *Cyathea* sp1, *Desfontainia spinosa*, *Hedyosmum traslucidum*, *Ilex pernervata*, *Meliosma arenosa*, *Ocotea infrafoveolata*, *Prunus huantensis*, *Ruagea hirsuta*, *Siparuna echinata* y *Weinmannia glabra* se encontraron como exclusivas de la estación a menor altitud.



Las especies *Baccharis buddlejoides*, *Baccharis latifolia*, *Baccharis lehmannii*, *Freziera canescens*, *Gaultheria ramosissima* y *Otholobium mexicanum*, se encontraron exclusivamente en la estación 2 a 3177 m. de altitud.

*Berberis grandiflora*, *Cyathea caracasana*, *Disterigma alaternoides*, *Geissanthus andinus*, *Ilex sp 1*, *Pentacalia arborea* y *Thibaudia floribunda*, fueron exclusivas de la estación 3 a 3261 m. de altitud.

*Axinaea macrophylla*, *Cyathea straminea*, *Miconia jahnii*, *Oreopanax discolor*, *Symplocos quitensis* y *Weinmannia heterophylla* fueron especies exclusivas de la estación 4 a 3343 m. de altitud.

Dos especies son exclusivas de la estación a mayor altitud (3423 m): *Puya hamata* y *Espeletia hartwegiana*.

*Clusia multiflora*, *Freziera reticulata*, *Miconia gleasoniana*, *Palicourea flavescens*, *Weinmannia mariquitae* y *Weinmannia rollottii*, se encuentran en tres estaciones (la inferior a 3101 m., la 3 a 3261 y 3343 m).

*Cyathea frigida*, *Maytenus novogranatensis*, *Ocotea heterochroma*, *Ocotea sericea* y *Psamissia graebneriana*, se encontraron simultáneamente en las estaciones 1 y 3 (3101 y 3261 m).

*Bejaria resinosa* se encontró en la estación 2 (3177 m.) y la 5 (3423 m.).

*Gynoxys tolimensis*, *Miconia sp1*, *Palicourea amethystina*, *Tournefortia fuliginosa* y *Viburnum triphyllum*, se hallaron en las estaciones 3 y 4 (3261 – 3343 m).

En las estaciones 1 y 4 se encuentra solamente compartida la especie *Miconia tinifolia*.

Solo *Macleania cf. pubiflora* se encontró en las estaciones 2,3 y 4 (3177, 3261 y 3343 m.)



*Monnina fastigiata* y *Vallea stipularis*, se encontraron en las estaciones 2 y 4 (3177 y 3343 m).

La especie *Miconia tinifolia* se encontró en las estaciones 1 y 4 simultáneamente (3101 y 3343 m).

**Índices de diversidad:** Las estaciones más diversas según Shannon y Margalef, son la estación 1 a menor altitud (3101msnm) y la estación 3 altitud media (3261msnm); lo cual contrasta con la alta dominancia presentada (Simpson), por especies como *Espeletia hartwegiana* y *Blechnum loxense*, localizadas en la estación 5 a mayor altitud (3423msnm) y un índice de baja diversidad (Margalef), posiblemente influenciado por la historia ambiental de esta zona alta (mayor impacto antrópico), entre otros factores.

**Tabla 9.** Índices de diversidad Transecto 1. Páramo de Barbillas – Cauca.

	3101	3177	3261	3343	3423
Taxa_S	31	18	28	23	3
Individuals	142	120	141	145	97
Dominance_D	0,05654	0,08708	0,09512	0,1094	0,9014
Simpson_1-D	0,9435	0,9129	0,9049	0,8906	0,09863
Shannon_H	3,089	2,614	2,713	2,605	0,2288
Evenness_e^H/S	0,7081	0,7584	0,5385	0,5886	0,419
Brillouin	2,781	2,382	2,45	2,376	0,202
Menhinick	2,601	1,643	2,358	1,91	0,3046
Margalef	6,053	3,551	5,456	4,421	0,4372
Equitability_J	0,8995	0,9043	0,8143	0,8309	0,2083
Fisher_alpha	12,23	5,873	10,48	7,699	0,5866
Berger-Parker	0,1056	0,1417	0,1773	0,2552	0,9485

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente establecidos el primero



constituido por dos alturas 3101 y 3177 y el segundo contitudo por tres alturas 3261, 3343 y 3423, con una separación de esta última altitud de las otras dos que forman este grupo (Figura 25). Un grupo significativo de especies son exclusivas de alturas inferiores, frente a muy pocas especies presentes en las estaciones localizadas a mayor altitud. Sin embargo especies como *Bejaria resinosa* que es compartida en estaciones localizadas a diferentes alturas sugieren la necesidad de realizar nuevos muestreos complementarios.

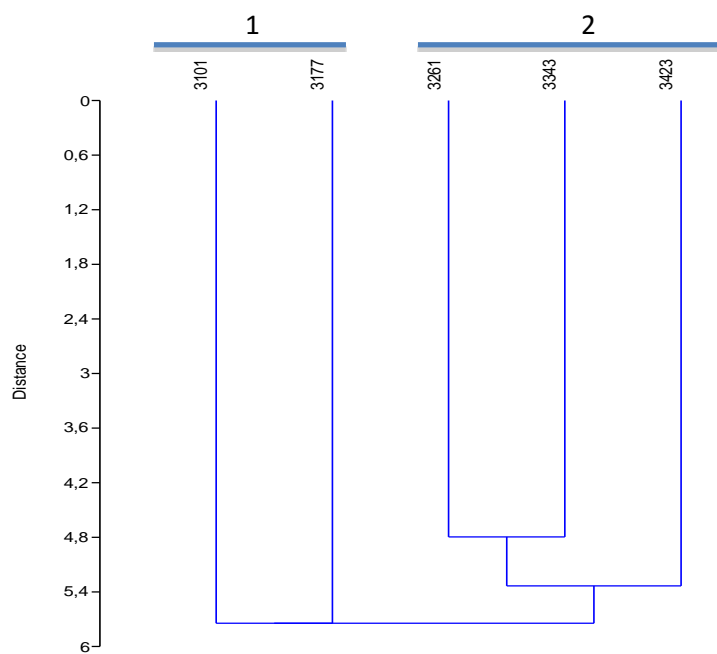


Figura 25. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr1

**ANFIBIOS:** 52 registros, 8 registros en el punto uno, 8 en el dos, 4 en el tres, 5 en el cuatro y 27 en el cinco (Anexo 4). Estos 52 individuos están distribuidos en 26 especies, 7 especies presentes en la estación 1 (3101msnm), 8 especies en la estación 2 (3177msnm), 4 especies en la estación 3 (3261msnm), 5 especies en la estación 4 (3343msnm) y 14 especies presentes en la estación 5 (3423msnm).

Se capturaron 50 individuos manualmente y 2 se capturaron mediante las trampas pitfall instaladas en la estación 3 y 5, lo que indica que la efectividad de las trampas fue muy baja. Para esto cabe tener en cuenta, además, que las zonas elegidas para la ubicación de las trampas pitfall fueron los lugares de difícil acceso en los recorridos libres y con



pronunciada pendiente, factores que hacen a estas zonas, hábitats poco apropiados para la colecta manual.

Para el Tr1 la eficiencia de muestreo fue del 43%, el valor de riqueza esperada fue de 60,4 y la observada de 25 (fueron 26 especies). La curva de acumulación de especies muestra que aún faltan muestreos por realizar, ya que la gráfica de acumulación de especies no se vuelve asintótica (Figura 26).

Las diferencias en el número de individuos colectados por estación pudo deberse al difícil acceso hacia algunas de ellas, puesto que en ciertos sectores habían marcadas pendientes que impedían el tránsito para los recorridos libres, además de la vegetación espesa que interrumpía la movilidad en algunos lugares dentro de las estaciones 1, 2, 3 y 4. Por otra parte, la estación 5 presentaba terrenos más planos y extensos, lo que favoreció la búsqueda libre y la captura manual por la vegetación de Páramo.

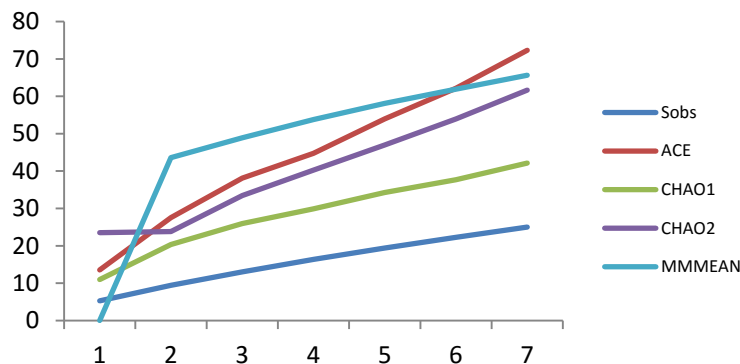


Figura 26. Curva de acumulación de especies para especies de AnfibiosTr1.

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente establecidos el primero constituido por una altura 3423m y el segundo contitudo por cuatro alturas 3261, 3101, 3177 y 3342 (Figura 27).



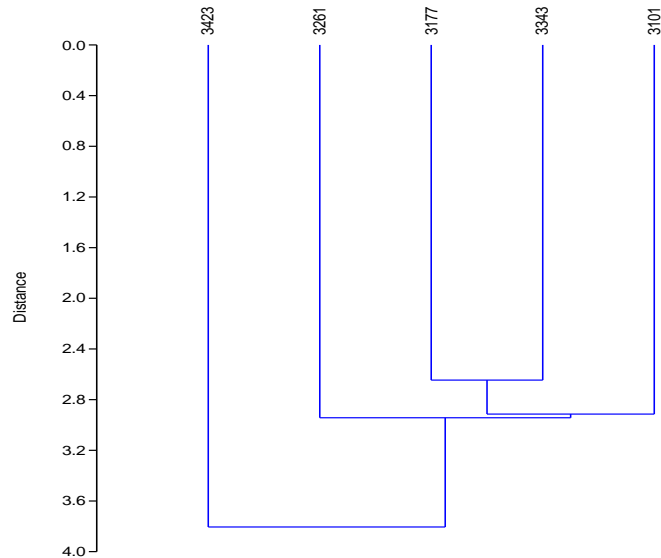


Figura 27. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr1

El grupo 2 está conformado por un total de 17 especies, de las cuales 5 (Sp2, Sp3, Sp8, Sp 12 y *Pristimantis myersi*), son especies compartidas con el grupo 1. Aunque estas especies son compartidas, generalmente, la mitad de los individuos dentro de cada especie están en el grupo 2, por lo tanto, estas son las especies que se conservan en todos los puntos altitudinales, sin embargo, ocurre un caso excepcional con *Pristimantis myersi* que a pesar de presentarse en los dos grupos, tiene menor presencia en el grupo 2, dado que sólo 3 de los 10 individuos se encuentran en sus estaciones de muestreo. Además de la *P. myersi*, la Sp8, tiene presencia del 66.7% en el grupo 2 (estaciones 1, 2 y 4). El grupo 2 cuenta con 12 especies exclusivas (Sp1, Sp4, Sp7, Sp9, Sp10, Sp11, Sp13, Sp14, Sp15, Sp17, Sp23 y Sp24) que representan una riqueza del 46.2%.

Para el grupo 1, correspondiente a la cobertura de vegetación de Páramo, se encontraron 27 individuos agrupados en 14 especies (morfotipos), de las cuales 5 son compartidas con el segundo grupo y 9 son especies exclusivas para este punto. Las 9 especies exclusivas de este grupo, representan el 34.6% de la riqueza total para el Tr1, que evidencia las características particulares que posee este grupo respecto de las otras



estaciones. La presencia de 9 especies marcan un punto de divergencia respecto de las alturas precedentes, puesto que son 9 especies en una sola estación en contraste con las 12 especies exclusivas encontradas en 4 estaciones; esto se debe quizá a la diferencia de cobertura vegetal, marcada por vegetación típica de Páramo, que a su vez otorgan recursos de hábitat, microhábitat y alimenticios particulares y diferentes a los que ofrece la cobertura de bosque presente en las estaciones 1, 2, 3 y 4 que conforman el grupo 2.

De acuerdo a las descripciones morfológicas de los individuos, aquellos encontrados en la estación 5 presentan mayor tamaño y coloración aposemática, mientras que para el grupo 2 las especies son de menor tamaño y con coloraciones oscuras, probablemente les otorga mayor seguridad de movimiento entre la hojarasca en la vegetación de bosque.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, separando claramente la estación 2 (3177msnm) y agrupando la estación 1 y 5 con la estación 3 y 4 (Figura 28).

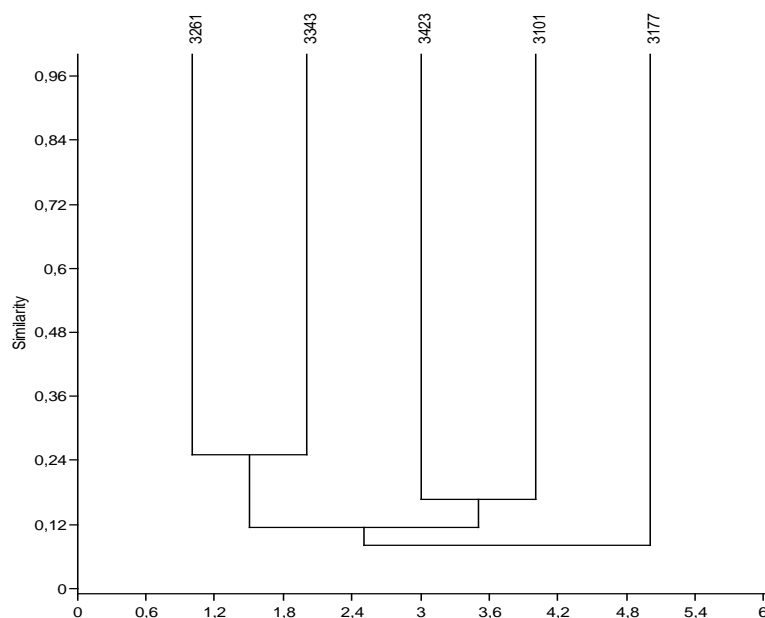
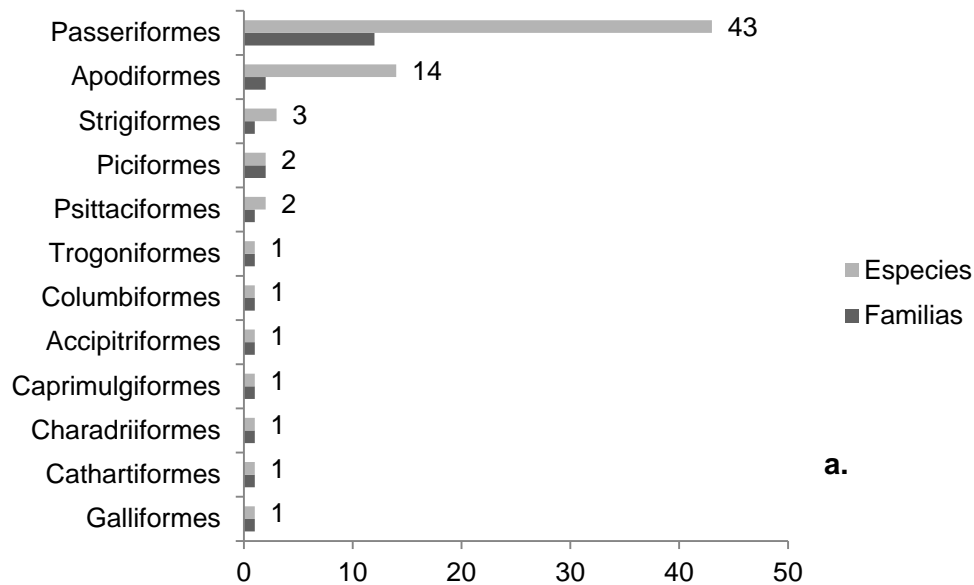


Figura 28. Analisis de similaridad de Jaccard Tr1

**AVES:** 119 registros, 42 capturas y 77 observaciones visuales o auditivas. 11 registros en el punto uno, 9 en el dos, 17 en el tres, 59 en el cuatro y 23 en el cinco (Anexo 5).

Los registros realizados en la zona de Barbillas corresponden al 89,1% del total de especies reportadas, tomando en cuenta tanto las especies con reportes únicos para esta zona como las compartidas con Bellones-Tres Cerrillos. El muestreo realizado en el páramo de Barbillas se logró reportar 85 especies, distribuidas en 25 familias y 12 órdenes, siendo el orden Passeriformes y las familias Trochilidae y Thraupidae los más representativos en cuanto a riqueza de especies (Figura 19 a y b).





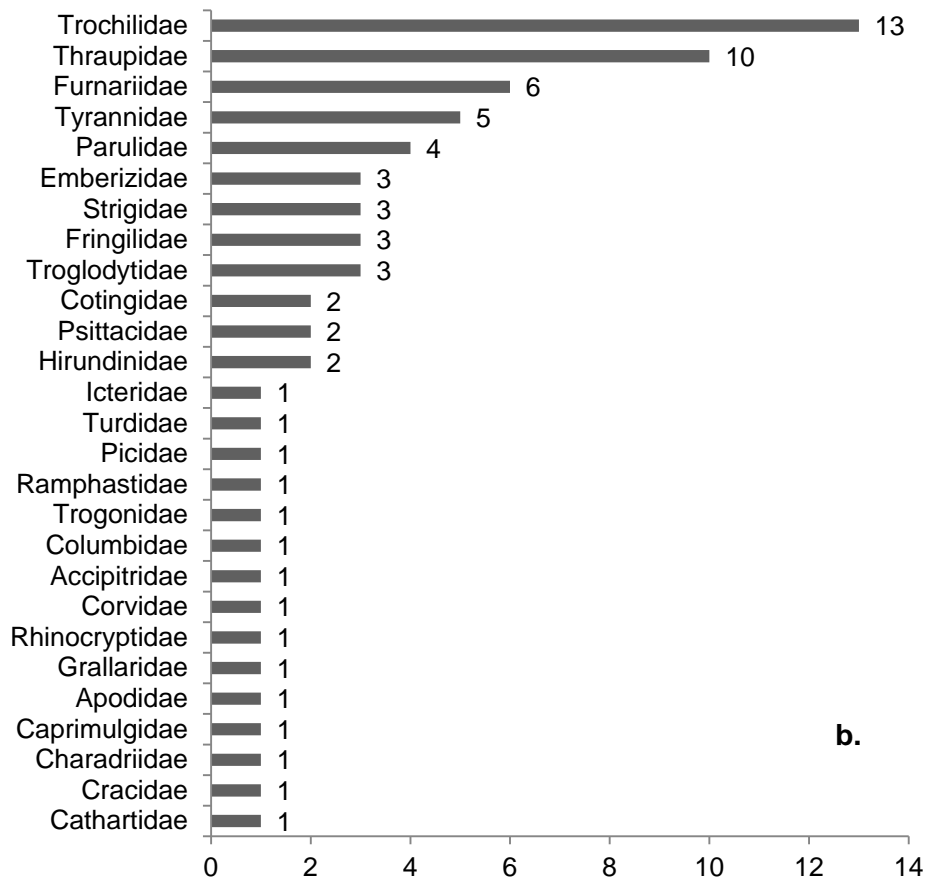


Figura 29. Contribución por familias y especies de aves para la localidad de de Barbillas: a) Número de las Familias y riqueza de especies de aves por orden registrado en la fase de campo; b) Riqueza de especie por Familia registradas en la fase en campo.

De las especies registradas, *Eriocnemis derbyi*, *Leptosittaca branickii* y *Andigena hypoglauca* se encuentran en las categorías de NT, VU, NT, respectivamente; de otro lado *E. Derbyi* y *E. mosquera* se consideran endémicos de Colombia (Stiles 1997, McMullan *et al.* 2011).

Para el Tr11a representatividad del muestreo fue del 33%, la riqueza esperada fue de 258 y la observada de 85. La curva de acumulacion de especies muestra que aun faltan muestreos por realizar, ya que la gráfica de acumulación de especies no se vuelve



asintótica (Figura 20).

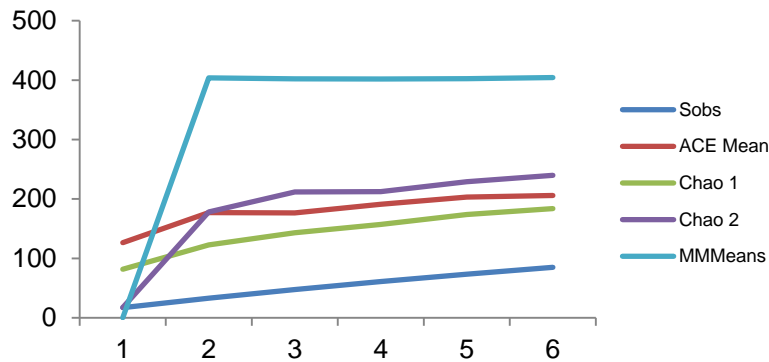


Figura 30. Curva de acumulación de especies de Aves para Tr1.

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente separados, donde los registros a 3343 (punto 4) se diferencian marcadamente de los registros en los otros cuatro puntos altitudinales; entre éstos últimos los registros entre 1-2 (3101-3177 msnm) tienden a ser menos diferentes entre sí que con 3 (3261 msnm) o con 5 (3442 msnm). Esto muestra que en Barbillas (Tr1) no hay evidencia de que ocurra una secuencia de recambio de especies de aves por efecto del aumento (gradiente) en altitud, pudiendo estar asociado más probablemente al tipo de cobertura y al momento fenológico del componente vegetal existente.



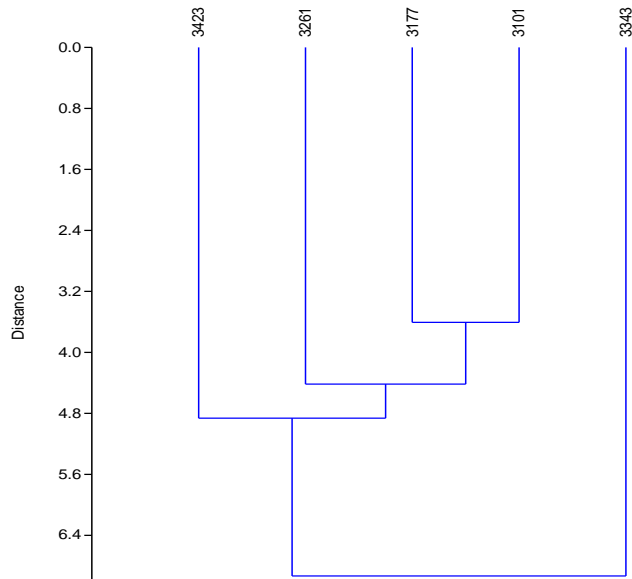


Figura 31. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana para los registros de aves en Tr1

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, separando claramente dos grupos, agrupando la estación 5 y 3 (3423 y 3261 msnm) y agrupando la estación 1, 2 y 4 (Figura 32).

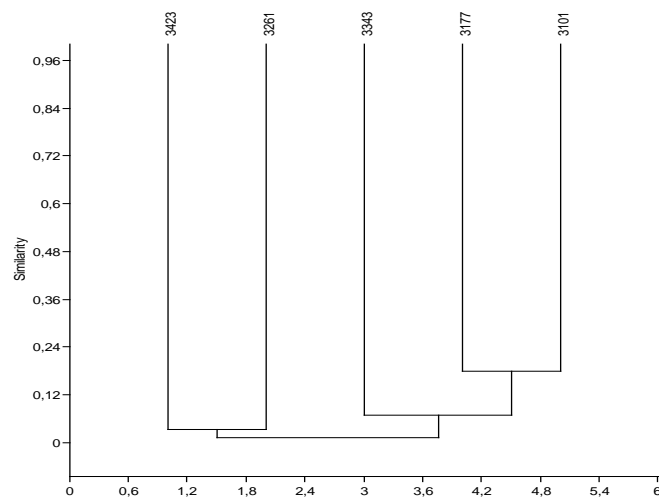


Figura 32. Analisis de similaridad de Jaccard Tr1

**Edafofauna epigea:** 923 registros, 505 por colecta manual y 418 con trampa pitfall. 245 registros en el punto uno, 339 en el dos, 170 en el tres, 30 en el cuatro y 139 en el cinco (Anexo 6). Los registros se encuentran distribuidos en tres phylla: Mollusca, Annelida y Arthropoda, siendo este último el más abundante con el 98% del total de los individuos recolectados. La clase Insecta es dominante con el 52% ya que presenta un alto grado de diversidad ecológica alcanzando 7 órdenes de un total de 15. Entre los órdenes registrados los más representativos fueron Coleóptera 29% de individuos, seguido de Collembola 26%, Orthoptera 20% y Aranae 15% respectivamente (Tabla 10).

**Tabla 10.** Listado de familias y gremios tróficos del muestreo de fauna epigea Tr1.

Filo	Clase	Orden	Familia	Gremio trófico
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Detritívoro – Geófago
	Hirudinea	Arhynchobdellida	Americobdellidae	Depredador
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Amaurobiidae	Depredador
			Araneidae	Depredador
			Caponiidae	Depredador
			Gnaphosidae	Depredador
			Linyphiidae	Depredador
			Lycosidae	Depredador
			Philodromidae	Depredador
			Pholcidae	Depredador
			Pisauridae	Depredador
			Salticidae	Depredador
			Selenopidae	Depredador
			Tetragnathidae	Depredador
			Theridiidae	Depredador
			Theridiosomatidae	Depredador
	Thomisidae	Depredador		
Zodariidae	Depredador			
		Opiliones	Sclerosomatidae	Depredador
Diplopoda		Polydesmida	Paradoxosomatidae	Detritívoro



		Polydesmidae	Detritívoro	
	Spirobolida	Spirobolidae	Detritívoro	
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	Detritívoro	
		Neanuridae	Detritívoro	
		Sminthuridae	Detritívoro	
Insecta	Blattodea	Blattidae	Fitófago – Detritívoro	
	Coleoptera	Carabidae	Depredador	
		Cerambycidae	Fitófago – Detritívoro	
		Coccinellidae	Depredador	
		Curculionidae	Fitófago	
		Elateridae	Fitófago	
		Lycidae	Depredador	
		Melolonthidae	Fitófago	
		Passalidae	Fitófago – Detritívoro	
		Scarabaeidae	Fitófago – Saprófago	
		Scolytidae	Fitófago	
		Staphylinidae	Depredador	
		Tenebrionidae	Detritívoro	
	Hemiptera	Cercopidae	Fitófago – Depredador	
		Coreidae	Fitófago – Depredador	
		Gelastocoridae	Fitófago – Depredador	
		Miridae	Fitófago – Depredador	
		Reduviidae	Fitófago – Depredador	
	Homoptera	Aphididae	Fitófago	
	Orthoptera	Acrididae	Fitófago	
		Gryllidae	Fitófago	
		Tetrigidae	Fitófago	
	Phasmatodea	Phasmatidae	Fitófago	
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	Detritívoro	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	Fitófago – Detritívoro
		Planorbidae	Fitófago – Detritívoro	

Las familias más abundantes fueron Entomobryidae (26%), Gryllidae (15%) y Coccinellidae (8%). Se señala que algunas familias de colémbolos son sensibles a los cambios en las condiciones edáficas y han sido utilizados como bioindicadores de la salud del suelo (Arbea y Blasco, 2001), tal como lo reporta Rosero (2013) donde se referencia a



la familia  
Entomobryidae  
como  
bioindicadora  
de suelos alto  
andinos sin  
intervención y  
abundantes en  
el horizonte  
superficial del  
suelo (Figura  
33).

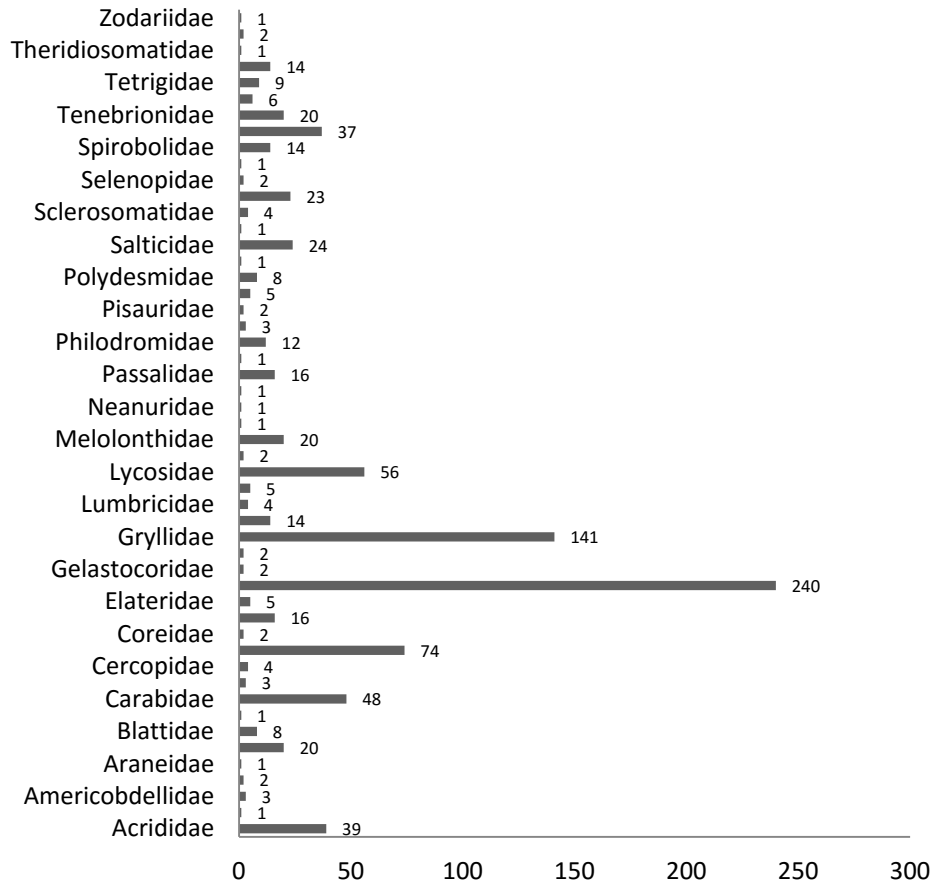


Figura 33. Abundancia de las familias de fauna edáfica epigea.

El gremio trófico predominante fueron los depredadores con un 34% (Figura 34) lo que infiere un alta disponibilidad de recurso para su sustento y su consistente rol en la dinámica poblacional del ecosistema y también en la estructuración de las comunidades terrestres; en este grupo de los consumidores secundarios del sistema, se ubicaron los órdenes Araneae, Arhynchobdellida, Coleóptera y Opiliones. Con un porcentaje muy similar a los depredadores con el 33% se encontraron a los detritívoros que resultaron ser el segundo grupo más numeroso debido al alto contenido de hojarasca lo que facilita su

papel en la descomposición de materia orgánica contribuyendo en el ciclo del carbono, donde se destacaron los órdenes tales como Coleoptera, Collembola, Isopoda, Polydesmida y Spirobolida. Por otra parte, el gremio de los fitófagos lo integran Coleóptera, Homoptera, Phasmatodea y Orthoptera correspondientes al 28%, atribuyéndolo a la estrecha relación herbívoro-planta debido a la conservación del ecosistema favoreciendo la funcionalidad de este grupo encargado de ligar el subsistema vegetal con el de los descomponedores. Además son una fuente importante de alimento para niveles tróficos superiores, depredadores y parásitos.

El 5% restante corresponde a los gremios agrupados donde se encuentran órdenes como Coleoptera, Haplotaxida, Hemiptera, Basommatophora y Blattodea (Figura 23).

Los coleópteros son el orden más grande de la clase Insecta y a su vez uno de los más abundantes del suelo, éstos se encuentran representados en estados larvarios como adultos muy bien adaptados a la vida epigea y a una gran variedad de hábitats, además presentan diversos hábitos alimenticios (depredador, detritívoro, fitófago, fitófago-detritívoro, fitófago-depredador y fitófago-saprófago), hecho que los ha llevado a ser más diversos y abundantes, y por ende es común encontrarlos en este tipo de muestreos a diferencia de lo que ocurre con los demás órdenes encontrados, en donde cada orden corresponde a un gremio trófico específico (Figura 34).





Fit-S	Scarabaeidae	1
		5
Fit-Det	Passalidae	16
		2
	Cerambycidae	3
		8

**Fit-S:** Fitófago-Saprófago

**Fit-Det:** Fitófago-  
Detritívoro

**Fit-Dep:** Fitófago-  
Depredador





Figura 34. Distribución de las familias de fauna edáfica epígea en gremios tróficos.

Para el Tr1 la curva de acumulación de familias con los estimadores Chao 1, Chao 2, ACE y MM muestran lo que ocurrió durante el transcurso del muestreo. Inicialmente se recolectó un gran número de familias que en el ecosistema habitan y por consiguiente la pendiente comienza siendo significativamente elevada, a medida que aumenta el número de días de muestreo aparecen pocas familias que difieren de las anteriores lo que ocasiona que las pendientes de las curvas comiencen a estabilizarse acercándose a la asíntota. En este caso las curvas no se estabilizan por completo, sugiriendo que falta complementar los muestreos para obtener un valor más aproximado del total de las familias que albergan en el área de estudio, sin embargo, se puede decir que se obtuvieron un porcentaje representativo correspondiente al 81% de las familias esperadas (Figura 35), el valor de riqueza esperada fue de 62,7 y la observada de 51.

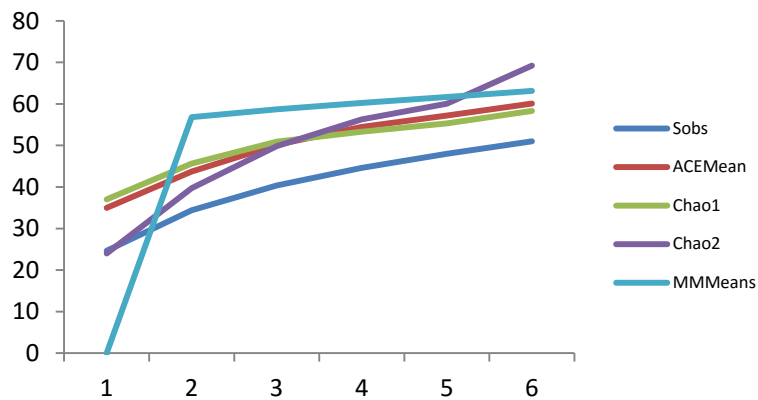


Figura 35. Curva de acumulación de especies para familias de fauna epigea Tr1.

El análisis de agrupamiento teniendo en cuenta gremios tróficos muestra dos grupos claramente establecidos, el primero constituido por una sola altura 3423 y el segundo constituido por cuatro alturas 3261, 3343, 3177 y 3101 (Figura 36).



El grupo 1 corresponde a la estación 5 separado por la diferencia en la cobertura y diversidad del componente de vegetal de esta estación, lo que ocasiona que los requerimientos alimenticios y de protección de los individuos edáficos epigeos se vean afectados tanto en la cantidad de materia orgánica vegetal en descomposición como en las interacciones tróficas. Se diferencia de grupo 2 por la ausencia del gremio Fitófago-depredador y presencia de Fitófago-saprófago.

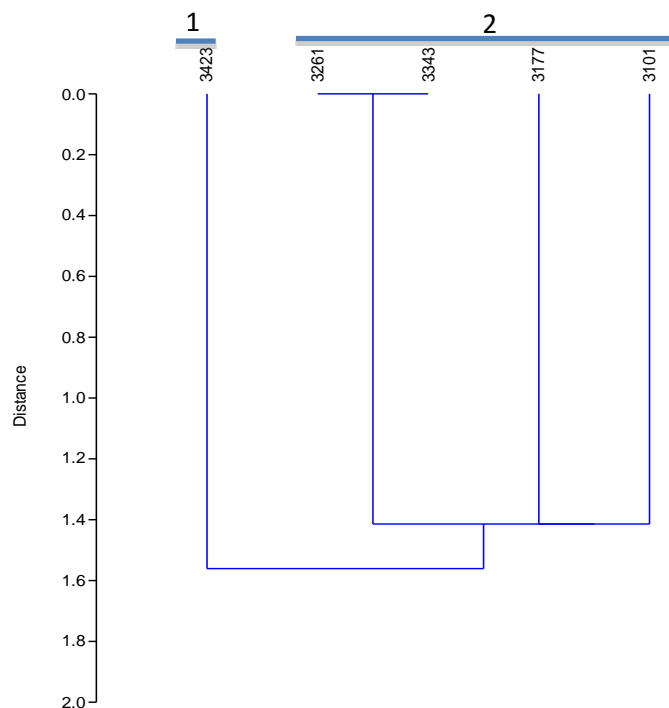


Figura 36. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr1, teniendo en cuenta gremios tróficos.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, separando claramente la estación 2 (3177msnm) y agrupando la estación 1 y 3 con la estación 4 y 5 (Figura 37).



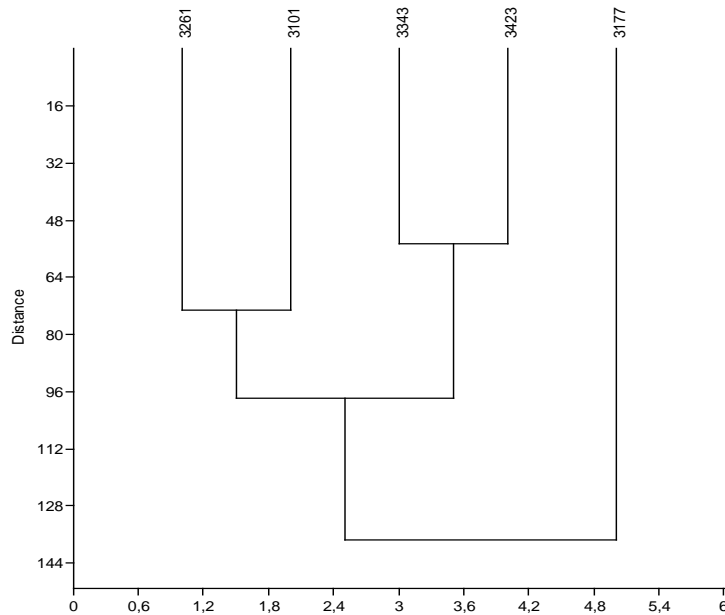


Figura 37. Analisis de similitud de Jaccard Tr1, teniendo en cuenta gremios tróficos.

El análisis de agrupamiento teniendo en cuenta las familias muestra dos grupos claramente establecidos, el primero constituido por una altura 3423 y 3177 y el segundo constituido por cuatro alturas 3261, 3343 y 3101 (Figura 38).

El primer grupo se caracteriza por compartir familias particularmente de escarabajos (p.e. Elateridae), lombrices (p.e Lumbricidae), moluscos (p.e Lymnaeidae), arañas (p.e Pisauridae) y opiliones (p.e Sclerosomatidae); y tener 14 familias exclusivas, 7 para la estación 1 (Amaurobiidae, Coreidae, Melolonthidae, Miridae, Selenopidae, Theridiosomatidae y Thomisidae) y 7 para la estación 5 (Paradoxosomatidae, Lycidae, Caponiidae, Passalidae, Scarabaeidae, Phasmatidae y Zoderidae).

El grupo 2 se caracteriza por compartir una sola familia (Aphididae) y solo presenta 4 familias exclusivas, una para la estación 3 (Gnaphosidae) y tres para la estación 4 (Araneidae, Neanuridae y Sminthuridae).



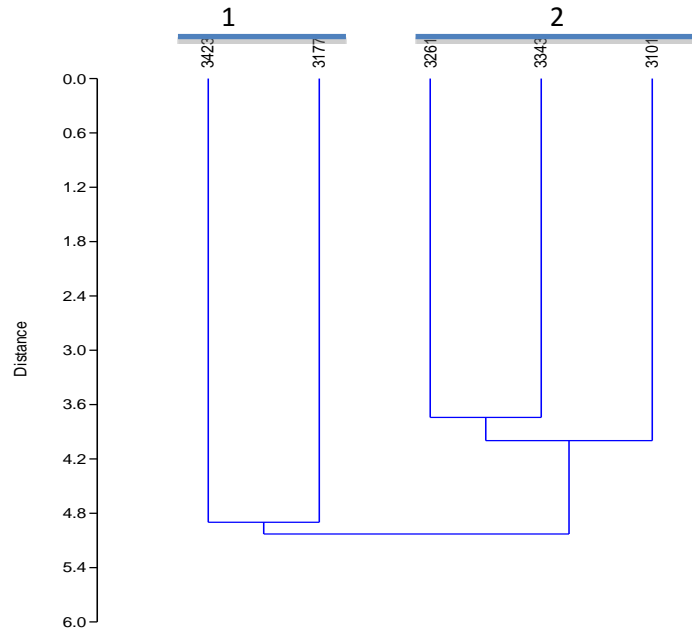


Figura 38. Análisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr1, teniendo en cuenta familias de fauna epigea.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, separando claramente la estación 4 (3343 msnm) y agrupando la estación 1 y 3 con la estación 2 y 5 (Figura 39).



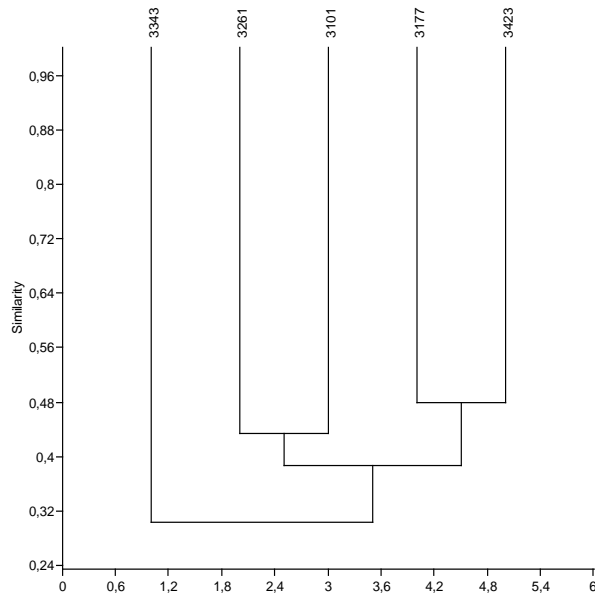


Figura 39. Analisis de similaridad de Jaccard Tr1, teniendo en cuenta familias de fauna epigea

**7.2 TRANSECTO 2. Páramo de Bellones-Tres Cerrillos, Vereda Nueva Providencia, Resguardo de Pancitará, Municipio de la Vega**

**Vegetación:** Una síntesis de las características de las cinco estaciones del transecto 2 así como la representatividad de los muestreos se relaciona en la tabla 11. Los registros se relacionan en el anexo 7.

**Tabla 11.** Características generales de las estaciones del transecto 2, páramo de Bellones – Tres Cerrillos.

Estación de muestreo	1	2	3	4	5
Asnm	3274	3332	3413	3495	3574
Área muestreada(m2)	300	300	300	150	150
Nro de especies	30	36	17	23	8
Hábito con mayor abundancia	Arbóreo	Arbóreo	Arbóreo	Arbustivo	Hierbas caulirrosuladas - arbustales



Representatividad del muestreo	84%	72%	85%	88%	100%
--------------------------------	-----	-----	-----	-----	------

Estación 1 (3274 msnm): Pendientes superiores al 30%. Sobreabundancia de individuos de *Anthurium* sp., sobre todo en las 2 primeras subparcelas; pocos árboles y escasez de arbustos. De manera similar a lo que ocurre en el área boscosa del transecto 1 de Barbillas, se encuentran especies arbóreas con tallos múltiples originados desde la base. En esta estación sobresalen *Vaccinium floribundum*, *Ruagea hirsuta*, *Miconia gleasoniana*, *Saurauia bullosa*, *Aequatorium caucanum*, *Hedyosmum cumbalense*, *Ocotea infrafoveolata*, *Miconia jahnii*, *Schefflera bonplandiana*, *Ilex* sp1, *Salvia pauciserrata* y *Palicourea amethystina*. Únicamente 2 especies muestran índices de valor de importancia ecológica con valores iguales o superiores a 25, son ellas: *Ilex* sp1 (42,32), con distribución regular dentro del área y *Miconia* sp1 (29,57). Otras especies que merecen mencionarse son: *Ocotea infrafoveolata* (24,63), *Aequatorium caucanum* (21,05), *Miconia gleasoniana* (20,20), *Ruagea hirsuta* (13,88), *Solanum* sp (13,75), *Schefflera bonplandiana* (13,64), *Palicourea amethystina* (13,57), *Cyathea caracasana* (13,41), *Miconia jahnii* (11,70) y *Hedyosmum cuatrecazanum* (10,39). En total se reportan 30 especies (tabla 12).

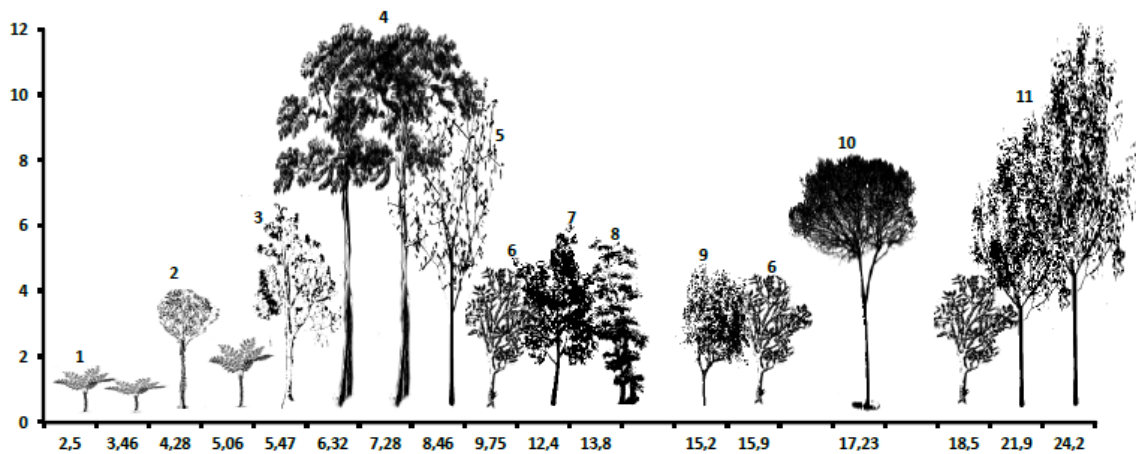
**Tabla 12.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud bre 3271 msnm. a: árbol, ar: arbusto, e: epífita, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	a
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp1	a
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Asteraceae	<i>Aequatorium caucanum</i> S. Díaz & Cuatrec.	a
	<i>Ageratina</i> sp.	ar
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	a
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhione	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha
Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez	a



	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
	<i>Miconia</i> sp1	a
	<i>Miconia</i> sp2	a
Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i> C. DC. Harms	a
Piperaceae	<i>Piper moscopanense</i> Yunck.	ar
	<i>Piper puraceanum</i> Trel. & Yunck.	ar
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	a
Rosaceae	<i>Prunus huantensis</i> Pilger	a
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	ar
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Solanaceae	<i>Solanum callianthum</i> C. V. Morton	a
	<i>Solanum</i> sp1	ar

El perfil de la vegetación de la estación 1, se muestra a continuación.



Transecto 2. Estación 1: 1. *Cyathea caracasana*, 2. *Miconia jahnii*, 3. *Ilex* sp1, 4. *Prunus huantensis*, 5. *Ocotea heterochroma*, 6. *Miconia gleasoniana*, 7. *Viburnum triphhyllum*, 8. *Ruagea hirsute*, 9. *Solanum* sp, 10. *Saurauia bullosa*, 11. *Aequatorium caucanum*.

Estación 2 (3332 msnm): Pendiente de 20 a 30%. Pocos árboles de gran porte. Con respecto a la estación 1 en lo referente a especies con individuos ramificados desde la base, se adicionan a la lista *Siparuna echinata*, *Axinaea macrophylla*, *Saurauia bullosa*, *Solanum* sp., *Freziera reticulata*, *Ocotea sericea* y *Piper moscopanense*. Esta última especie aparece en claros del bosque originados de manera natural y forma poblaciones



densas de individuos multicaules. El área tiene una única especie con valor de importancia igual o mayor a 25, *Miconia gleasoniana* (36,17), caracterizada por tener muchos individuos y distribución uniforme dentro del área. Aparecen 11 especies más con valores entre 10 y 25: *Saurauia bullosa* (22,30), *Palicourea amethystina* (20,09), *Ocotea infrafoveolata* (19,17), *Aequatorium caucanum* (16,33), *Piper moscopanense* (14,86), *Hedyosmum cuatrecazanum* (14,65), *Geissanthus* sp (13,38), *Schefflera bonplandiana* (11,74), *Weinmannia rollottii* (11,32), *Prunus huantensis* (10,50) y *Hedyosmum cumbalense* (10,41). En total se hallaron 36 especies (tabla 13).

**Tabla 13.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud 3332 msnm. a: árbol, ar: arbusto, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

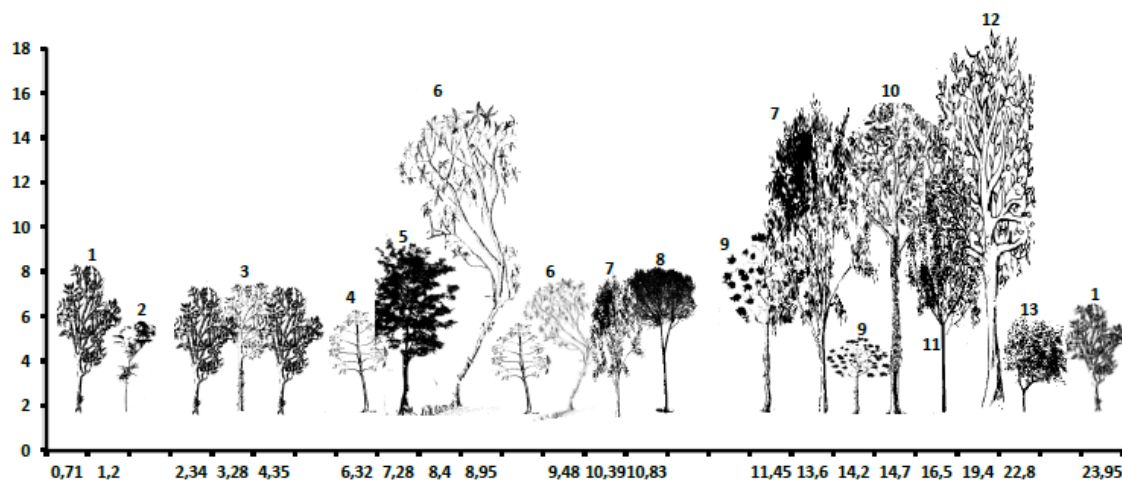
Familia	Especie	Hábito
Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	a
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp1	a
	<i>Ilex</i> sp2	a
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Asteraceae	<i>Aequatorium caucanum</i> S. Díaz & Cuatrec.	a
Celastraceae	<i>Maytenus novogranatensis</i> Cuatrec.	a
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth	a
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhione	a
	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	a
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex St.-Hil.) Hoerold	a
Lauraceae	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
	<i>Ocotea sericea</i> Kunth	a
	<i>Ocotea</i> sp.	a
Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i>	a
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i> cf. <i>discolor</i> (Kunth) McVaugh	a
Pentaphragmaceae	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Piperaceae	<i>Piper moscopanense</i> Yunck.	ar
Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	a





	<i>Geissanthus sp.</i>	ar
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	a
	<i>Prunus huantensis</i> Pilger	a
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Siparunaceae	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	a
Solanaceae	<i>Solanum sp1</i>	ar
Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i> (Brand) Stahl	a

El perfil de la vegetación de la estación 2, se muestra a continuación.



Transecto 2. Estación 2: 1. *Miconia gleasoniana*, 2. *Siparuna echinata*, 3. *Geissanthus sp.*, 4. *Palicourea amethystina*, 5. *Myrcianthes cf. discolor*, 6. *Schefflera bonplandiana*, 7. *Weinmannia glabra*, 8. *Saurauia bullosa*, 9. *Oreopanax sp.*, 10. *Hedyosmum cuatrecasazum*, 11. *Miconia jahnii*, 12. *Aequatorium caucanum*, 13. *Axinaea macrophylla*.

Estación 3 (3414 msnm): Pendiente del 10%. Sotobosque con baja presencia de arbustos debido a la extracción. La fuerte intervención antrópica y la presencia de ganado bovino han eliminado la mayoría de plantas arbustivas y limitado el desarrollo de especies arbóreas, manifiesto en el bajo número de especies leñosas presentes en el área. Posiblemente, esta menor competencia, sea la responsable del elevado número de tallos basales que se presentan en los individuos de *Clusia multiflora*. Otras especies con tallos múltiples son *Schefflera bonplandiana*, *Miconia gleasoniana*, *Weinmannia mariquitae*, *Hedyosmum cumbalense*, *Palicourea amethystina* y *Monnina fastigiata*. Se hallan tres



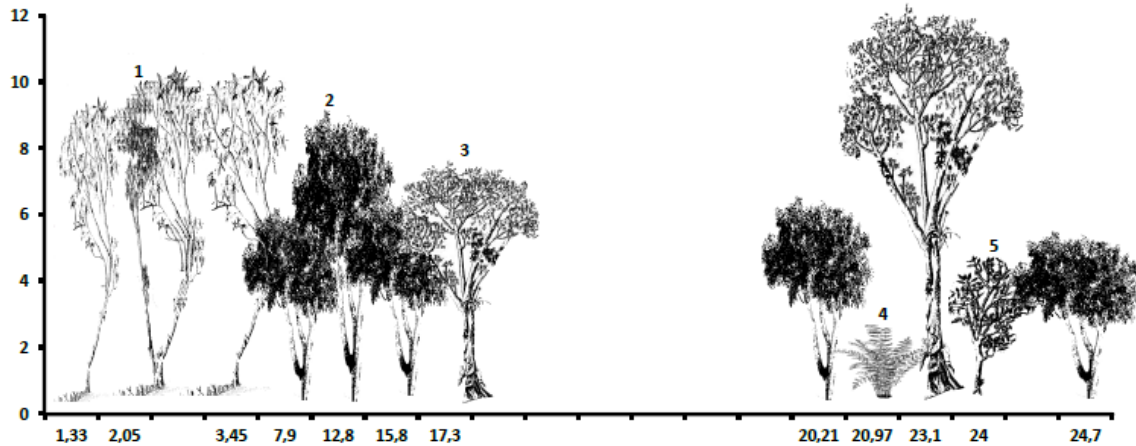
especies con valores de importancia mayores de 25. Entre ellas sobresale *Weinmannia mariquitae* (85,89), especie con numerosos individuos (15), distribución uniforme e individuos con troncos múltiples, lo cual se manifiesta en una gran área basal; le siguen en importancia *Clusia multiflora* (54,41) y *Miconia gleasoniana* (37,96). Otras especies que merecen mencionarse son *Schefflera bonplandiana* (24,47), *Axinaea macrophylla* (16,51), *Ocotea infrafoveolata* (13,70) y *Palicourea amethystina* (13,16). Se encontraron 17 especies de plantas leñosas (tabla 14).

**Tabla 14.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud 3414 msnm. a: árbol, ar: arbusto, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
Araliaceae	<i>Oreopanax sp.</i>	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Asteraceae	<i>Aequatorium caucanum</i> S. Díaz & Cuatrec.	a
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunoniaceae	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha
Lauraceae	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
Primulaceae	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	ar
Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	a
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	ar
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris perstrigosa</i> (Maxon) Ching	ha

El perfil de la vegetación de la estación 3, se muestra a continuación.





Transecto 2. Estación 3: 1. *Schefflera bonplandiana*, 2. *Weinmannia mariquitae*, 3. *Clusia multiflora*, 4. *Thelypteris perstrigosa*, 5. *Miconia gleasoniana*.

Estación 4 (3495 msnm): Arbustal subparamuno. Pendiente del 10%. Por su condición de arbustal subparamuno, las especies con mayor importancia ecológica corresponden a arbustos; no obstante también se hallan algunas especies arbóreas como *Clusia multiflora*, *Ocotea infrafoveolata* y *Weinmannia mariquitae* que ascienden desde el bosque andino. Tallos ramificados desde la base se hallan en la mayoría de individuos de *Weinmannia brachystachya* y en algunos de *Ocotea infrafoveolata*, *Clethra ovalifolia* y *Monnina* sp. Con respecto a la importancia ecológica sobresalen sobre las demás 2 especies, *Blechnum auratum* (81,73) y *Weinmannia brachystachya* (63,07). También son importantes *Clusia multiflora* (19,89), *Monnina* sp (17,64), *Clethra ovalifolia* (14,86), *Blechnum stipitellatum* (14,77), *Myrsine dependens* (11,08) y *Geissanthus* sp (10,11). Se reportan 23 especies (tabla 15).

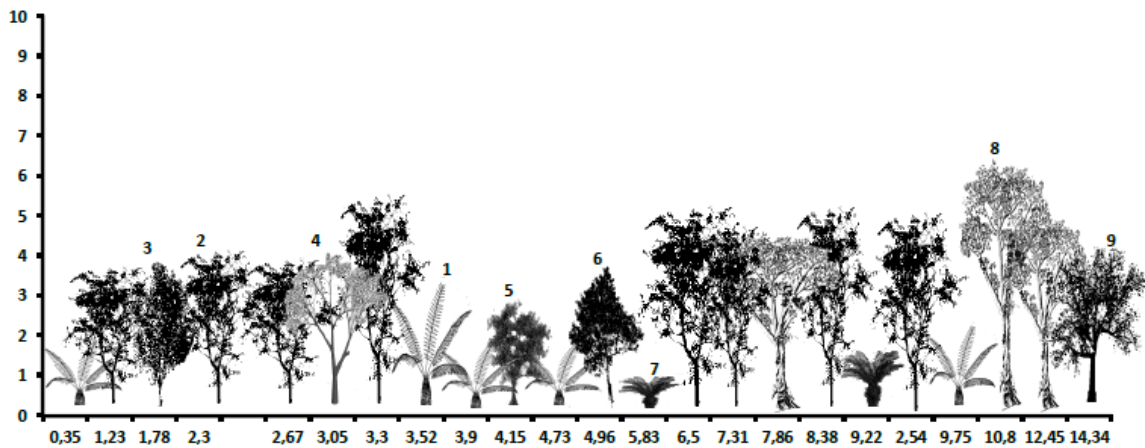
**Tabla 15.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud 3414 msnm. a: árbol, ar: arbusto, ha: helecho arborescente o con tronco definido.

Familia	Especie	Hábito
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp2	a
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Asteraceae	<i>Diplostegium pittieri</i> Cuatrec.	a



	<i>Diplostegium floribundum</i> (Benth.) Wedd.	a
	<i>Gynoxys baccharoides</i> (Kunth) Cass.	ar
Blechnaceae	<i>Blechnum auratum</i> (Feé) R.M. Tryon & Stolze	ar
	<i>Blechnum stipitellatum</i> (Sodirol) C. Chr.	ar
	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	a
Clethraceae	<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	a
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia brachystachya</i> Willd. ex Pamp.	a
	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	ar
	<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	ar
Lauraceae	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a
Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
Polygalaceae	<i>Monnina</i> sp.	a
Primulaceae	<i>Geissanthus</i> sp.	ar
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	ar
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris perstrigosa</i> (Maxon) Ching	ha

El perfil de la vegetación de la estación 4, se muestra a continuación.



Transecto 2. Estación 4: 1, *Blechnum auratum*, 2. *Weinmannia brachystachya* 3. *Diplostegium pittieri*, 4. *Tibouchina mollis*, 5. *Disterigma alaternoides*, 6. *Clethra ovalifolia*, 7. *Blechnum stipitellatum*, 8. *Clusia multiflora*, 9. *Hedyosmum cumbalense*.

Estación 5 (3574 msnm): Páramo propiamente dicho. Pendiente del 20%. Pajonal-Frailejonal-arbustal. Predominio de *Espeletia hartwegiana*, *Bejaria resinosa*; *Calamagrostis effusa*, *Blechnum loxense*, *Weinmannia brachystachya* y cojines de *Oreobolus goeppingeri*. Igualmente son importantes *Arcytophyllum nitidum* e *Hypericum*

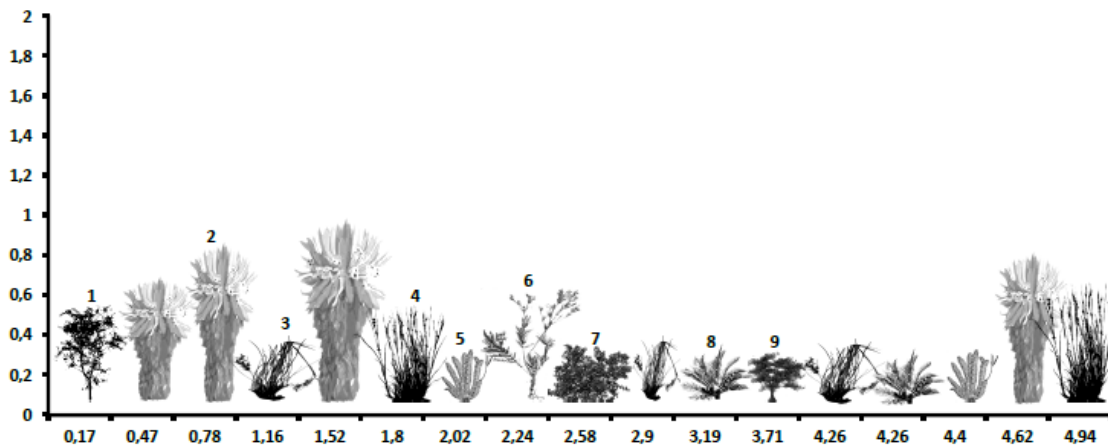


*laricifolium*. Se reportan 8 especies de (tabla 16).

**Tabla 16.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud 3574 msnm. a: árbol, ar: arbusto, rc: roseta caulescente.

Familia	Especie	Hábito
Asteraceae	<i>Espeletia hartwegiana</i> Sch. Bip.	rc
	<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatr.	ar
Blechnaceae	<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. ex Solomon	ar
Cunoniaceae	<i>Weinmannia brachystachya</i>	a
Ericaceae	<i>Plutarchia angulata</i> A. C. Sm.	ar
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	ar
Melastomataceae	<i>Brachyotum lindenii</i> Cogn.	ar
Polygalaceae	<i>Monnina</i> sp.	a

El perfil de la vegetación de la estación 5, se muestra a continuación.



Transecto 2. Estación 5: 1. *Weinmannia brachystachya*, 2. *Espeletia hartwegiana*, 3. *Calamagrostis effusa*, 4. *Rhynchospora locuples*, 5. *Lycopodium clavatum*, 6. *Hypericum laricifolium*, 7. *Pernettya prostrata*, 8. *Blechnum loxense*, 9. *Disterigma cf. empetrifolium*.

**Inventario:** Para el Páramo Los Tres Cerrillos (Estación 1 a 5) y altitudes entre los 3274-3574 m., se reporta un total de 156 especies vegetales incluidas en 96 géneros, 57 familias y 10 hábitos de crecimiento y por tanto una mayor cobertura de bosque. Las especies pertenecen a Angiospermas, Monilofitos y Lycófitos. Este número incluye



especies encontradas en las parcelas y fuera de ellas (Tabla 17).

**Tabla 17.** Plantas vasculares del área de bosque en el costado de Los Tres Cerrillos. Altitud 3180-3470 msnm. a: árbol, ar: arbusto, e: epífita, h: hierba erecta, ha: helecho arborescente o con tronco definido, hc: hierba en cojín o postrada, he: helecho, hp: hemiparásita, rc: caulirrósulo, t: trepadora.

Familia	Especie	Hábito
Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	a
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	a
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea hirsuta</i> (Kunth) Herb.	t
	<i>Bomarea linifolia</i> (Kunth) Baker	h
	<i>Bomarea multiflora</i> (L.f.) Mirb.	t
Apiaceae	<i>Niphogeton</i> sp	h
Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp1	a
	<i>Ilex</i> sp2	ar
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	h
Araliaceae	<i>Oreopanax seemannianus</i> Marchal	ar
	<i>Oreopanax</i> sp.	a
	<i>Schefflera bonplandiana</i> (Humb.) Frodin	a
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	he
	<i>Asplenium raddianum</i> Gaud.	he
Asteraceae	<i>Aequatorium caucanum</i> S. Díaz & Cuatrec.	a
	<i>Ageratina</i> sp.	ar
	<i>Diplostephium cinerascens</i> Cuatrec.	ar
	<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.	ar
	<i>Diplostephium hartwegii</i> Hieron.	ar
	<i>Diplostephium pittierii</i> Cuatrec.	ar
	<i>Espeletia hartwegiana</i> Sch. Bip.	rc
	<i>Gynoxys baccharoides</i> (Kunth) Cass.	ar
	<i>Gynoxys tolimensis</i> Wedd.	ar
	<i>Hypochoeris sessiliflora</i> Kunth	hc
	<i>Lasiocephalus otophorus</i> (Wedd.) Cuatrec.	h
	<i>Mikania mucronulifera</i> B. L. Rob.	t
	<i>Mikania</i> sp.	t
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	ar	
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.	h
Berberidaceae	<i>Berberis grandiflora</i> Turcz.	ar
Blechnaceae	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R. M. Tryon & Stolze	ha
	<i>Blechnum loxense</i> (Kunth) Hook. & Salomon	ha
	<i>Blechnum stipetellatum</i> (Sodirol) C. Chr.	ha
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	a
Bromeliaceae	<i>Greigia vulcanica</i> André	h
Caprifoliaceae	<i>Valeriana laurifolia</i> Kunth	t



Celastraceae	<i>Maytenus novogranatensis</i> Cuatrec.	a	
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> Occhione	a	
	<i>Hedyosmum cumbalense</i> H. Karst.	a	
Clethraceae	<i>Clethra ovalifolia</i> Turcz.	ar	
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	a	
Cunoniaceae	<i>Weinmannia brachystachya</i> Willd. ex Pamp.	ar	
	<i>Weinmannia glabra</i> L.f.	a	
	<i>Weinmannia mariquitae</i> Szyszyl.	a	
	<i>Weinmannia rollottii</i> Killip	a	
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch.) Domin	ha	
	<i>Cyathea frigida</i> (H. Karst.) Domin	ha	
	<i>Cyathea straminea</i> H. Karst.	ha	
Cyperaceae	<i>Oreobolus goeppingerii</i> Suess.	hc	
	<i>Rhynchospora locuples</i> C. B. Clarke	h	
Dicksoniaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J. F. Gmel.) C. Chr.	he	
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum deltoideum</i> (Sodirol) H. Christ.	he	
	<i>Elaphoglossum ellipsoideum</i> (Sodirol) H. Christ.	he	
	<i>Elaphoglossum</i> sp.	he	
	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	h	
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i> Kunth	h	
Ericaceae	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex St.-Hil.) Hoerold	a	
	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	ar	
	<i>Disterigma</i> sp	ar	
	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	ar	
	<i>Macleania</i> sp.	ar	
	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	ar	
	<i>Plutarchia angulata</i> A. C. Sm.	ar	
	<i>Themistoclesia epiphytica</i> A. C. Sm.	e	
	<i>Thibaudia floribunda</i> Kunth	ar	
	<i>Vaccinium corymbodendron</i> Ruiz & Pav. ex Dunal	ar	
	<i>Vaccinium</i> sp	ar	
	Euphorbiaceae	<i>Dysopsis paucidentata</i> (Müll. Arg.) Lozano & J. Murillo	h
	Fabaceae	<i>Lupinus alirevolutus</i> C. P. Sm.	hc
<i>Lupinus tauris</i> Benth.		h	
Gesneriaceae	<i>Glossoloma</i> sp.	e	
Hypericaceae	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	ar	
	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	ar	
Lamiaceae	<i>Salvia pauciserrata</i> Benth.	ar	
Lauraceae	<i>Ocotea heterochroma</i> Mez	a	
	<i>Ocotea infrafoveolata</i> van der Werff	a	
	<i>Ocotea sericea</i> Kunth	a	
	<i>Ocotea</i> sp.	a	
Loasaceae	<i>Nasa dolichostemon</i> (Urb.) Weigend	h	
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	a	
Lycopodiaceae	<i>Huperzia brevifolia</i> (Hook. & Grev.) Holub	h	
	<i>Huperzia hystrix</i> (Herter) Holub	h	
	<i>Huperzia molongensis</i> (Herter) Holub	e	



	<i>Huperzia subulata</i> (Poir.) Holub	e
	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	h
Melastomataceae	<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	a
	<i>Brachyotum lindenii</i> Cogn.	ar
	<i>Miconia gleasoniana</i> Wurdack	a
	<i>Miconia jahnii</i> Pittier	a
	<i>Miconia sp1</i>	a
	<i>Miconia sp2</i>	a
	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cogn.	ar
Meliaceae	<i>Ruagea hirsuta</i>	a
Myrtaceae	<i>Myrcianthes cf. discolor</i> (Kunth) McVaugh	a
Onagraceae	<i>Fuchsia corollata</i> Benth.	ar
Orchidaceae	<i>Cyrtochilum auropurpureum</i> (Rchb.f.) Dalström	h
	<i>Epidendrum frigidum</i> Linden ex Lindl.	h
	<i>Epidendrum gastropodium</i> Jacq.	e
	<i>Epidendrum sophronitoides</i> F. Lehmn. & Kraenzl.	e
	<i>Epidendrum torquatum</i> Lindl.	h
	<i>Epidendrum xylostachyum</i> Lindl.	h
	<i>Epidendrum sp.</i>	e
	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	h
	<i>Lepanthes arbuscula</i> Luer & R. Escobar	e
	<i>Lepanthes mucronata</i> Lindl.	e
	<i>Lepanthes sp.</i>	e
	<i>Masdevallia racemosa</i> Lindl.	e
	<i>Maxillaria pleuranthoides</i> (Schltr.) Garay	h
	<i>Oncidium cultratum</i> Lindl.	e
	<i>Pachyphyllum sp.</i>	e
	<i>Pleurothallis sp1</i>	e
	<i>Pleurothallis sp2</i>	e
	<i>Prescottia cordifolia</i> Rchb.f.	h
	<i>Stelis eugenii</i> Schltr.	e
	<i>Stelis sp1</i>	e
	<i>Stelis sp2</i>	e
	<i>Stelis sp3</i>	e
Orobanchaceae	<i>Bartsia laniflora</i> Benth.	h
Pentaphragmaceae	<i>Freziera reticulata</i> Bonpl.	a
Piperaceae	<i>Peperomia hartwegiana</i> Miq.	e
	<i>Peperomia ubate-susanensis</i> Yunck.	e
	<i>Peperomia sp.</i>	e
	<i>Piper moscopanense</i> Yunck.	ar
	<i>Piper puraceanum</i> Trel. & Yunck.	ar
Poaceae	<i>Calamagrostis bogotensis</i> (Pilg.) Pilg.	h
	<i>Calamagrostis effusa</i> Steud.	h
Polygalaceae	<i>Monnina fastigiata</i> (Bonpl.) DC.	a
	<i>Monnina sp.</i>	ar
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	t





Polypodiaceae	<i>Ceradenia spixiana</i> (Mart. ex Mett.) L. E. Bishop	he
	<i>Melpomene erecta</i> (C.V. Morton) A. R. Sm. & R. C. Moran	he
Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	a
	<i>Geissanthus sp.</i>	ar
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	a
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	ar
Pteridaceae	<i>Jamesonia imbricata</i> (Sw.) Hook. & Grev.	he
Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers.) Benth.	a
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	ar
	<i>Hesperomeles sp</i>	ar
	<i>Lachemilla hispidula</i> (L. M. Perry) Rothm.	H
	<i>Lachemilla sp</i>	H
	<i>Prunus huantensis</i> Pilger	a
	<i>Rubus sp.</i>	h
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schldl.	ar
	<i>Manettia sp.</i>	t
	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	a
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	ar
	<i>Palicourea flavescens</i> Kunth	a
Santalaceae	<i>Dendrophthora ambigua</i> Kuijt	hp
Siparunaceae	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.	a
Solanaceae	<i>Solanum callianthum</i> C. V. Morton	a
	<i>Solanum sp1</i>	ar
	<i>Solanum sp2</i>	t
Symplocaceae	<i>Symplocos quitensis</i> (Brand) Stahl	a
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris perstrigosa</i> (Maxon) Ching	ha
Urticaceae	<i>Pilea sp1</i>	h
	<i>Pilea sp2</i>	h

**Estructura de la vegetación:** Se reportan 67 especies en el transecto 2 distribuidas así: 36 especies en una sola estación; 20 en dos, 8 especies en tres y 3 especies en cuatro estaciones.

*Schefflera bonplandiana*, *Ocotea infrafoveolata* y *Oreopanax sp.*, fueron las tres especies encontradas en cuatro estaciones simultáneamente (desde 3274m – hasta la estación 4 a 3495m.); Las especies *Aequatorium caucanum*, *Axinaea macrophylla* y *Cyathea caracasana* se encontraron en tres estaciones continuas entre los 3274 – 3413m. *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex sp1*, *Palicourea flavescens*, *Piper moscopanense*, *Prunus huantensis*, *Ruagea hirsuta*, *Saurauia bullosa*, *Solanum sp.* y *Viburnum triphyllum*,



fueron halladas en las dos estaciones de menor altitud (3274 y 3332m). Las especies *Ageratina sp.*, *Geissanthus andinus*, *Miconia sp1*, *Miconia sp2*, *Ocotea heterochroma*, *Piper spruceanum*, *Salvia pauciserrata*, *Solanum callianthum* y *Tournefortia fuliginosa*, se encontraron como exclusivas de la estación a menor altitud.

Las especies *Cavendishia bracteata*, *Clethra fagifolia*, *Freziera reticulata*, *Maytenus novogranatensis*, *Myrcianthes cf. discolor*, *Myrsine coriacea*, *Siparuna echinata*, *Symplocos quitensis* y *Weinmannia rollottii*, se encontraron exclusivamente en la estación 2 a 3332m de altitud.

*Palicourea angustifolia*, fue exclusiva de la estación 3 a 3413m de altura.

*Blechnum auratum*, *Blechnum stipellatum*, *Clethra ovalifolia*, *Diplostephium floribundum*, *Diplostephium pittierii*, *Disterigma alaternoides*, *Gynoxys baccharoides*, *Thibaudia floribunda* y *Tibouchina mollis*, fueron especies exclusivas de la estación 4 a 3495m.

Las especies exclusivas de la estación a mayor altitud (3574 m), fueron: *Blechnum loxense*, *Blechnum stipitellatum*, *Disterigma alaternoides*, *Gynoxys tolimensis*, *Hypericum laricifolium* y *Espeletia hartwegiana*.

*Clusia multiflora* y *Hedyosmum cumbalense* se encontraron en las estaciones 2,3 y 4 (3322, 3413 y 3495).

*Gaiadendron punctatum*, *Myrsine dependens*, *Thelypteris perstrigosa* y *Weinmannia mariquitae*, se hallaron en las estaciones 3 y 4 (3413 - 3495m).

*Monnina sp.* y *Weinmannia brachystachya*, se encontraron en las estaciones 4 y 5 simultáneamente ( 3495 y 3574).

Sólo *Monnina fastigiata*, se encontró simultáneamente en las estaciones 1 y 3 (3274 y 3413).



Sólo *Miconia jahnii*, se encontró en las estaciones 1,2 y 4 (3274, 3332 y 3495).

*Ilex sp2.* y *Geissanthus sp.*, se encontraron en las estaciones 2 y 4 simultáneamente (3332 y 3495m).

Solo *Hesperomeles ferruginea* se encontró en las estaciones 2 y 3 (3332 y 3413 m.)

**Índices de diversidad:** Las estaciones más diversas (Shannon y Margalef), son la estación 1 y la estación 2 (a menor altitud) y se confirma con la baja dominancia presentada (Simpson), en las mismas estaciones. La estación menos diversa (Shannon y Margalef), es la estación 5 (mayor altitud), en la que la historia ambiental de esta zona alta (en proceso de recuperación), puede ser un factor importante para ello (tabla 18).

**Tabla 18.** Índices de diversidad Transecto 1. Páramo Los Cerrillos – Cauca.

	3274	3332	3413	3495	3574
Taxa_S	29	35	17	23	8
Individuals	103	154	92	171	122
Dominance_D	0,05495	0,08231	0,1309	0,1331	0,2458
Simpson_1-D	0,945	0,9177	0,8691	0,8669	0,7542
Shannon_H	3,072	2,944	2,329	2,429	1,641
Evenness_e^H/S	0,7445	0,5428	0,6039	0,4936	0,6451
Brillouin	2,702	2,645	2,081	2,237	1,536
Menhinick	2,857	2,82	1,772	1,759	0,7243
Margalef	6,041	6,75	3,538	4,279	1,457
Equitability_J	0,9124	0,8281	0,822	0,7748	0,7892
Fisher_alpha	13,43	14,14	6,13	7,154	1,92
Berger-Parker	0,09709	0,1753	0,2065	0,2456	0,4016

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente establecidos el primero constituido por dos alturas 3274 y 3332 y el segundo contitudo por tres alturas 3413, 3495 y 3574, presentándose a su vez, una separación en éste último entre las estaciones 3 y 4 y la estación 5 (Figura 40).



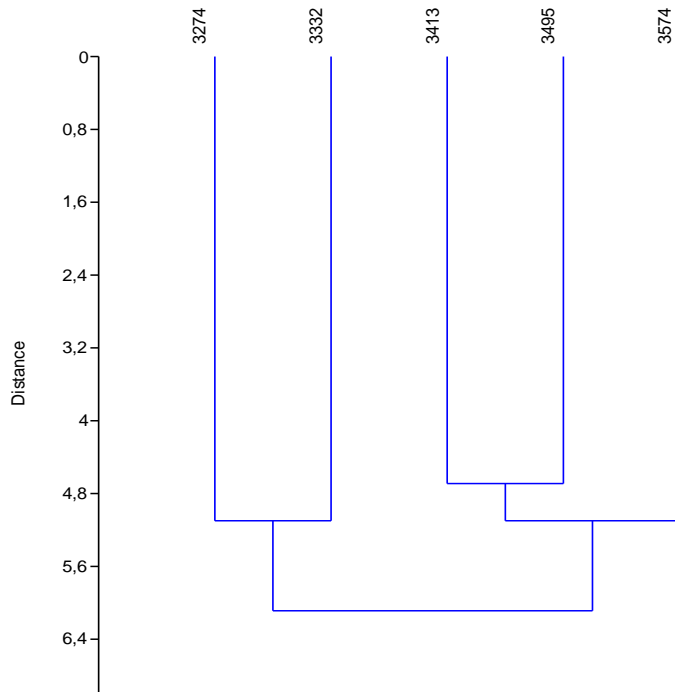


Figura 40. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr2

En el agrupamiento 1 de las estaciones 1 y 2, con pendientes superiores al 20%, se comparten especies como *Miconia gleasoniana* y *Anthurium* sp. El agrupamiento 2 de las estaciones 3, 4 y 5 se genera por la presencia del arbustal subparamuno. Lla estación 4 comparte especies de las tres estaciones como *Palicourea amethystina* y *Weinmannia rollottii*.

**Anfibios:** 65 registros, 2 registros en el punto uno, 19 en el dos, 5 en el tres, 23 en el cuatro y 16 en el cinco (Anexo 8). Los 65 individuos registrados corresponden a 28 especies (morfotipos) de la clase Anura, con numerosos representantes de la familia Craugastoridae, género *Pristimantis*. En la estación de muestreo 1 se hallaron 2 especies, 12 especies en la estación 2, 4 especies en la estación 3, 14 especies en la estación 4 y 11 especies en la estación 5; de esta manera el 50% de la riqueza total del Tr2 se encontró en la estación 4, siendo además la estación donde se capturó el mayor número

de anfibios (23 individuos).

Las trampas de caída empleadas no fueron efectivas en ninguna de las estaciones, así que, todos los individuos registrados se hallaron en búsqueda libre con captura manual. La estación 1 fue la estación de menor presencia de anuros, sólo se hallaron dos individuos pertenecientes a dos especies, este resultado se pudo ver influenciado por las condiciones difíciles del terreno, ya que presentaba pendiente pronunciada, característica desfavorable para la búsqueda de anuros.

En general, para el Tr2 la eficiencia de muestreo fue del 54%, el valor de riqueza esperada fue de 51,6 y la observada de 28. La curva de acumulación de especies muestra que aún faltan muestreos por realizar, ya que la gráfica de acumulación de especies no se vuelve asintótica (Figura 41).

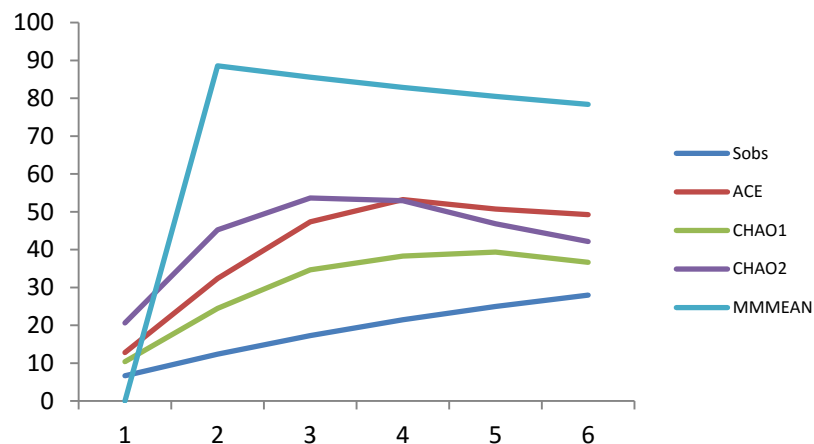


Figura 41. Curva de acumulación de especies para especies de AnfibiosTr2.

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente establecidos, el primero constituido por una altura 3574 y el segundo constituido por cuatro alturas 3475, 3413, 3274 y 3332 (Figura 42).



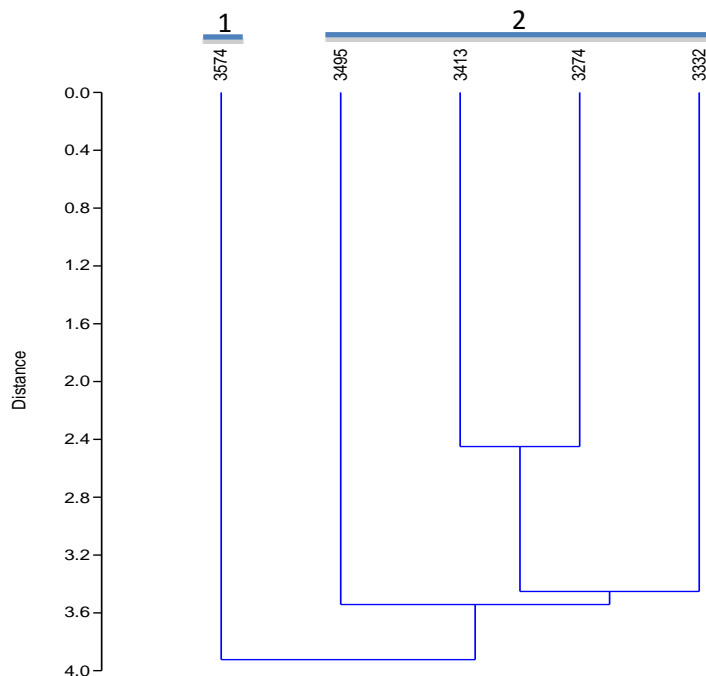


Figura 42. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr2.

En el segundo grupo caracterizado por vegetación de bosque, se hallaron 49 individuos de 21 especies, lo que representa un 75% de la riqueza total del Tr2. De estas 21 especies, 17 son especies exclusivas para el grupo 2, y 4 especies son compartidas con el grupo 1 (*P. myersi*, *P. ocreatus*, Sp32 y Sp36). Estas especies exclusivas constituyen el 60.7% de la riqueza del Tr2, un porcentaje alto relacionado con las características favorables para la reproducción y desarrollo de los anuros que presentan los lugares con



vegetación de bosque.

Las 4 especies compartidas, corresponden al 14.3% de la riqueza total. La mayoría de estas especies tienen la mitad de sus individuos en el grupo 2 y la otra mitad en el grupo 1, a excepción de la *Pristimantis myersi* que es una especie predominante a lo largo del transecto con 10 individuos, de los cuales el 90% se encontraron en el grupo 2, y sólo el 10% fue hallado en el grupo 1.

Se encontraron 11 especies en el grupo 1 (estación 5 a 3574msnm), de las que 7 (Sp21, Sp33, Sp34, Sp38, Sp40, Sp41 y Sp42) son especies exclusivas para esta zona con vegetación paramuna. Dichas especies exclusivas representan la cuarta parte de la riqueza de especies del Tr2 (25%). La vegetación de esta estación es típica de Páramo, con grandes extensiones de frailejonales y vientos fuertes que favorecían los contrastes entre este punto de muestreo y los demás, por ello, tanto en el comportamiento como en la morfología se encontraron diferencias entre las especies encontradas en el grupo 1, con aquellas encontradas en el grupo 2. Algunos de los individuos del grupo 2 se capturaron a través del seguimiento de cantos y otros fueron detectados por movimientos en la hojarasca, mientras que los anuros del grupo 1 se hallaron mediante búsqueda exhaustiva en ausencia de vocalizaciones y desplazamientos. Morfológicamente, las especies del grupo 1 son de mayor tamaño y coloración más llamativa (coloración aposemática) que las presentes en el grupo 2.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, presentando una similitud entre las estaciones de forma reticulada, siendo la estación 1 (3274 msnm) la que más se diferencia (Figura 43).



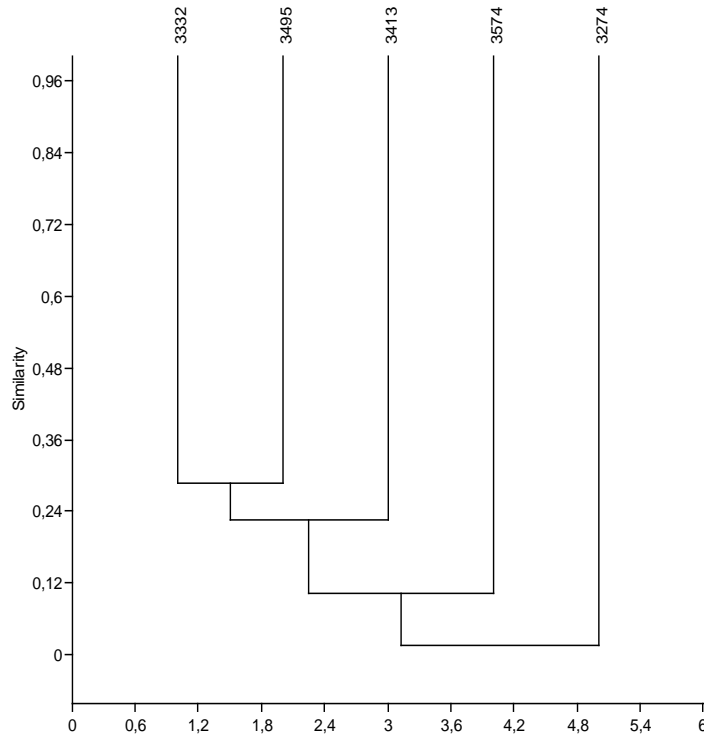


Figura 43. Analisis de similaridad de Jaccard Tr2

**Aves:** 103 registros, 3 registros en el punto uno, 35 en el dos, 19 en el tres, 37 en el cuatro y 9 en el cinco (Anexo 9).

Las especies registradas para esta zona corresponden al 45,6% del total de especies reportadas para las dos zonas de páramo estudiadas, aclarando que estos reportes de las especies son tanto únicos para esta zona como las compartidas con Barbillas. Se registró un total de 42 especies, distribuidas en 17 familias y 8 órdenes, en donde el orden de los Passeriformes y las familias Trochilidae y Thraupidae tuvieron la mayor contribución en especies (Figura 44 a y b).





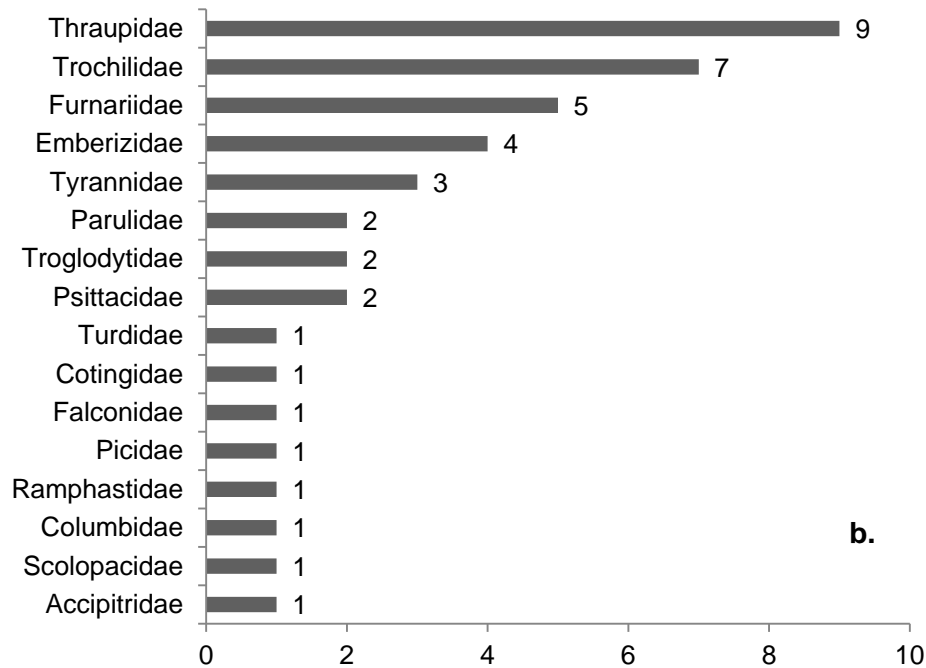
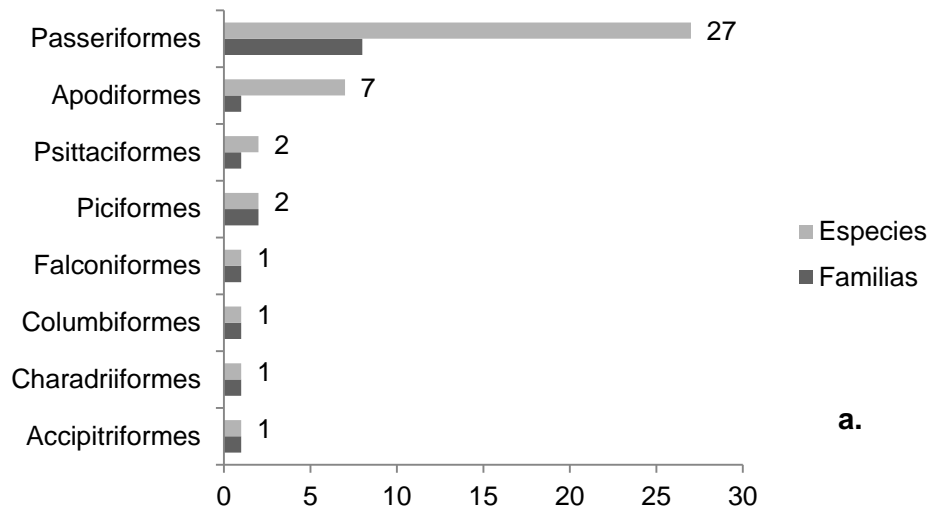


Figura 44. Riqueza de familias y especies para la localidad de Bellones-Tres Cerrillos: a) Distribución de la riqueza de las familias y especies de aves en cada uno de los órdenes registrados en la fase en campo; b) Distribución de la riqueza de las especies de aves en cada una de las familias registradas en la fase en campo.

De las especies registradas, *Eriocnemis derbyi*, *Leptosittaca branickii* y *Andigena hypoglauca* se encuentran en las categorías de NT, VU, NT, respectivamente; de otro lado



*E. Derbyi* y *E. mosquera* se consideran endémicos de Colombia (Stiles 1997, McMullan *et al.* 2011).

Para el Tr2 la representatividad de muestreo fue del 63%, el valor de riqueza esperada fue de 65,2 y la observada de 42. La curva de acumulación de especies muestra que aun faltan muestreos por realizar, ya que la gráfica de acumulación de especies no se vuelve asintótica (Figura 45).

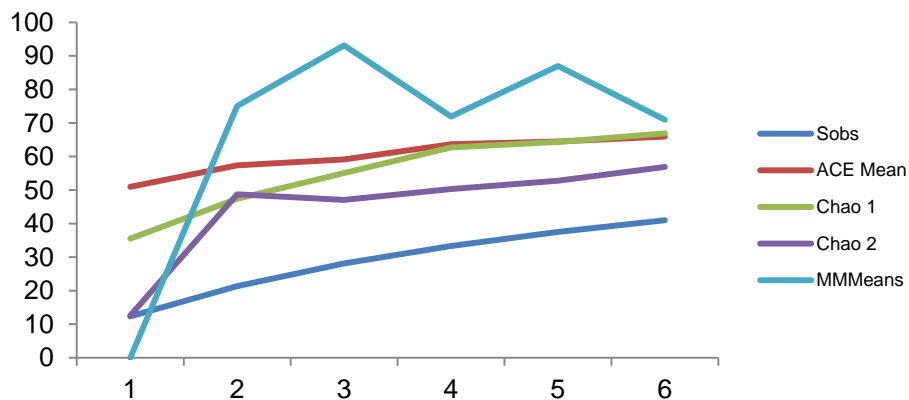


Figura 45. Curva de acumulación de especies para especies de Aves Tr2.

El análisis de agrupamiento muestra dos grupos claramente separados, donde los registros a 3332 (punto 2) se diferencian marcadamente de los registros en los otros cuatro puntos; a su vez, los registros en los puntos 1-4 (3274-3574 msnm) tienden ser menos diferentes entre si que con los puntos 5 (3495 msnm) ó 3 (3413 msnm) (Figura 46). Esto muestra que en Tres Cerrillos-Bellones (Tr2) no hay evidencia de que ocurra



una secuencia de recambio de especies de aves por efecto del aumento (gradiente) en altitud, pudiendo estar asociado más probablemente al tipo de cobertura y al momento fenológico del componente vegetal en el área de muestreo.

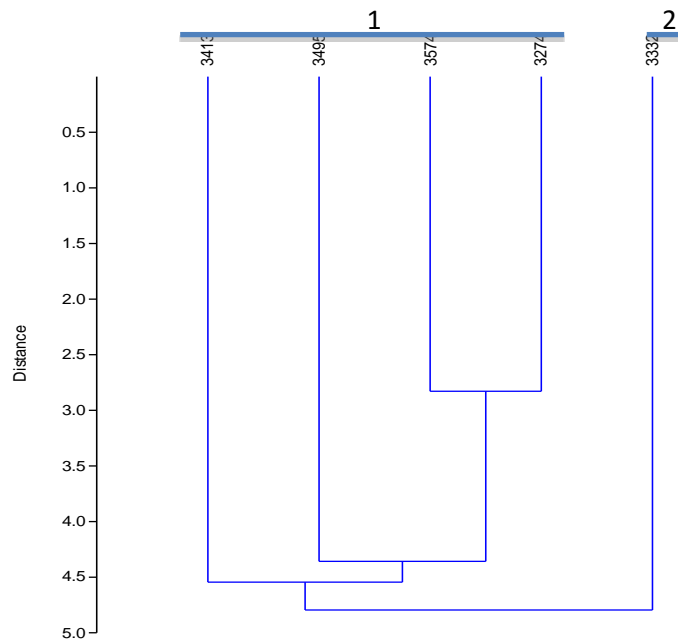


Figura 46. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr2.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, presentando una similitud entre las estaciones de forma reticulada, siendo la estación 1 (3274 msnm) la que más se diferencia (Figura 47).



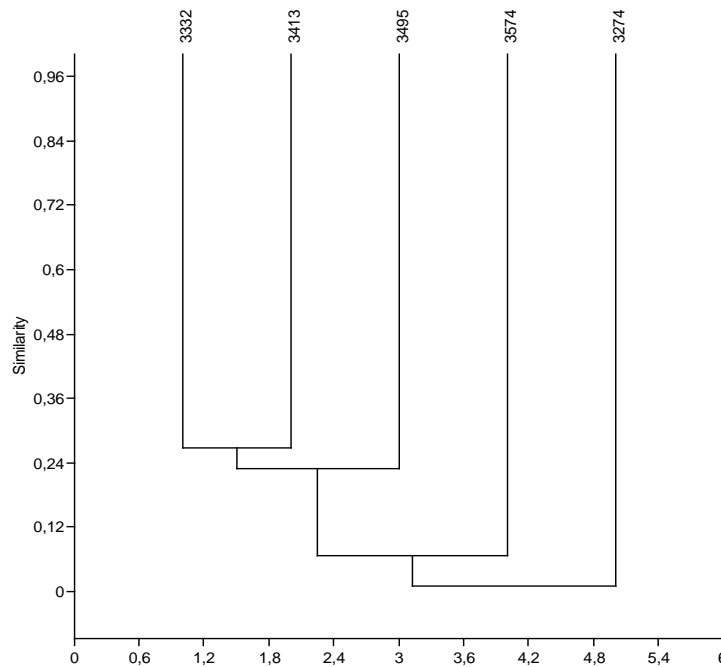


Figura 47. Analisis de similaridad de Jaccard Tr2

**Edafofauna epigea:** 1125 registros, 474 por colecta manual y 651 con trampa pitfall. 210 registros en el punto uno, 183 en el dos, 315 en el tres, 109 en el cuatro y 308 en el cinco (Anexo 10). Los individuos colectados se encuentran distribuidos en cuatro phylla: Platyhelminthes, Mollusca, Annelida y Arthropoda, siendo este último phylum el más abundante con el 97% del total de individuos recolectados. La clase Insecta es dominante con el 53%, alcanzando 6 órdenes de un total de 18.

Entre los órdenes reportados los más representativos fueron Coleóptera 41% de individuos, seguido de Collembola 24%, Orthoptera 8% y Araneae 7% respectivamente (Tabla 19).

**Tabla 19.** Listado de familias y gremios tróficos del muestreo de fauna epigea Tr2.

Filo	Clase	Orden	Familia	Gremio trófico
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Detritívoro – Geófago
	Hirudinea	Arhynchobdellida	Americobdellidae	Depredador
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Araneidae	Depredador
			Caponiidae	Depredador



		Lycosidae	Depredador
		Palpimanidae	Depredador
		Philodromidae	Depredador
		Pholcidae	Depredador
		Salticidae	Depredador
		Theridiidae	Depredador
		Opiliones	Sclerosomatidae
	Trombidiformes	Erythraeidae	Fitófago – Detritívoro
Chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	Depredador
Diplopoda	Polydesmida	Paradoxosomatidae	Detritívoro
	Spirobolida	Spirobolidae	Detritívoro
Entognatha	Collembola	Entomobryidae	Detritívoro
		Onychiuridae	Detritívoro
		Sminthuridae	Detritívoro
Insecta	Blattodea	Blattidae	Fitófago – Detritívoro
	Coleoptera	Carabidae	Depredador
		Cerambycidae	Fitófago – Detritívoro
		Chrysomelidae	Fitófago
		Coccinellidae	Depredador
		Curculionidae	Fitófago
		Elateridae	Fitófago
		Lampyridae	Fitófago – Depredador
		Lycidae	Depredador
		Melolonthidae	Fitófago
		Nitidulidae	Fitófago – Detritívoro
		Passalidae	Fitófago – Detritívoro
		Scarabaeidae	Fitófago – Saprófago
		Scolytidae	Fitófago
		Staphylinidae	Depredador
	Tenebrionidae	Detritívoro	
	Diptera	Tipulidae	Detritívoro
	Hemiptera	Coreidae	Fitófago – Depredador
		Miridae	Fitófago – Depredador
	Homoptera	Aphididae	Fitófago
	Orthoptera	Acrididae	Fitófago
		Gryllidae	Fitófago
		Gryllidae	Fitófago
Tetrigidae		Fitófago	



	Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	Detritívoro
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Lymnaeidae	Fitófago – Detritívoro
			Planorbidae	Fitófago – Detritívoro
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Dugesiiidae	Detritívoro

Las familias más representativas fueron Entomobryidae (23%), Staphylinidae (19%) y Carabidae (8%) (Figura 48). Ávila y Jaramillo (2009) señalan que Entomobryidae es una de las familias de Collembola más abundantes debido principalmente a la protección que le suministra la hojarasca en el ecosistema.

El gremio trófico predominante fueron los detritívoros con el 38%, incluyó órdenes como Coleóptera, Collembola, Diptera, Isopoda, Polydesmida, Tricladida y Spirobolida, debido a la alta disposición de la materia orgánica en el sistema natural. Por otra parte los depredadores resultaron ser el segundo grupo más numeroso con un 36%, este grupo de consumidores secundarios, se ven beneficiados por organismos de menor nivel trófico favoreciendo la interacción depredador-presa. Dentro de este grupo se ubicaron los órdenes Araneae, Arhynchobdellida, Coleóptera, Scolopendromorpha y Opiliones.

Por otra parte, el gremio de los fitófagos lo integran Coleoptera, Homoptera y Orthoptera correspondientes al 19% y el 7% restante corresponde a los gremios agrupados donde se encuentran ordenes como Coleoptera, Haplotaaxida, Hemíptera, Basommatophora, Blattodea y Trombidiformes (Figura 49).



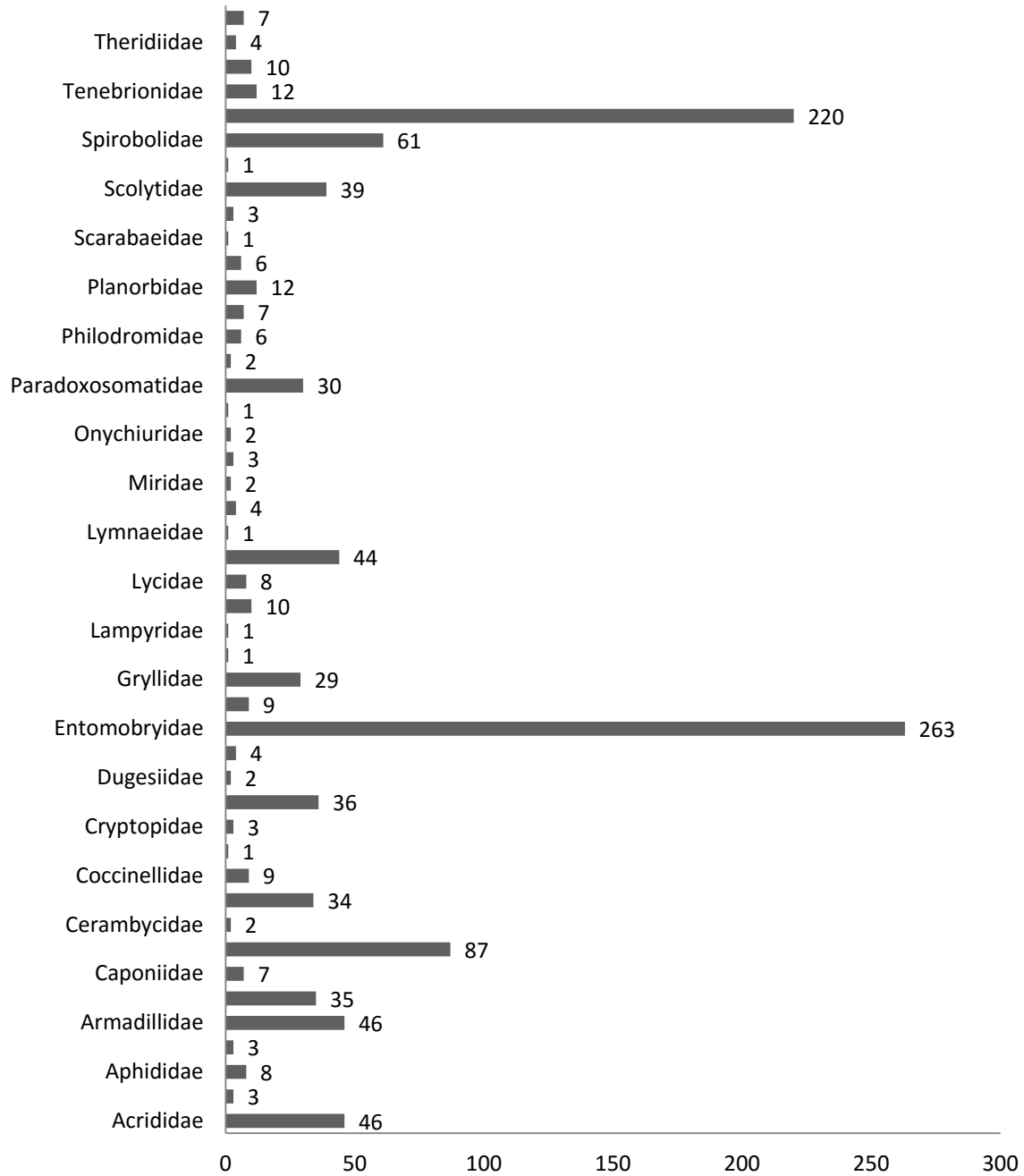
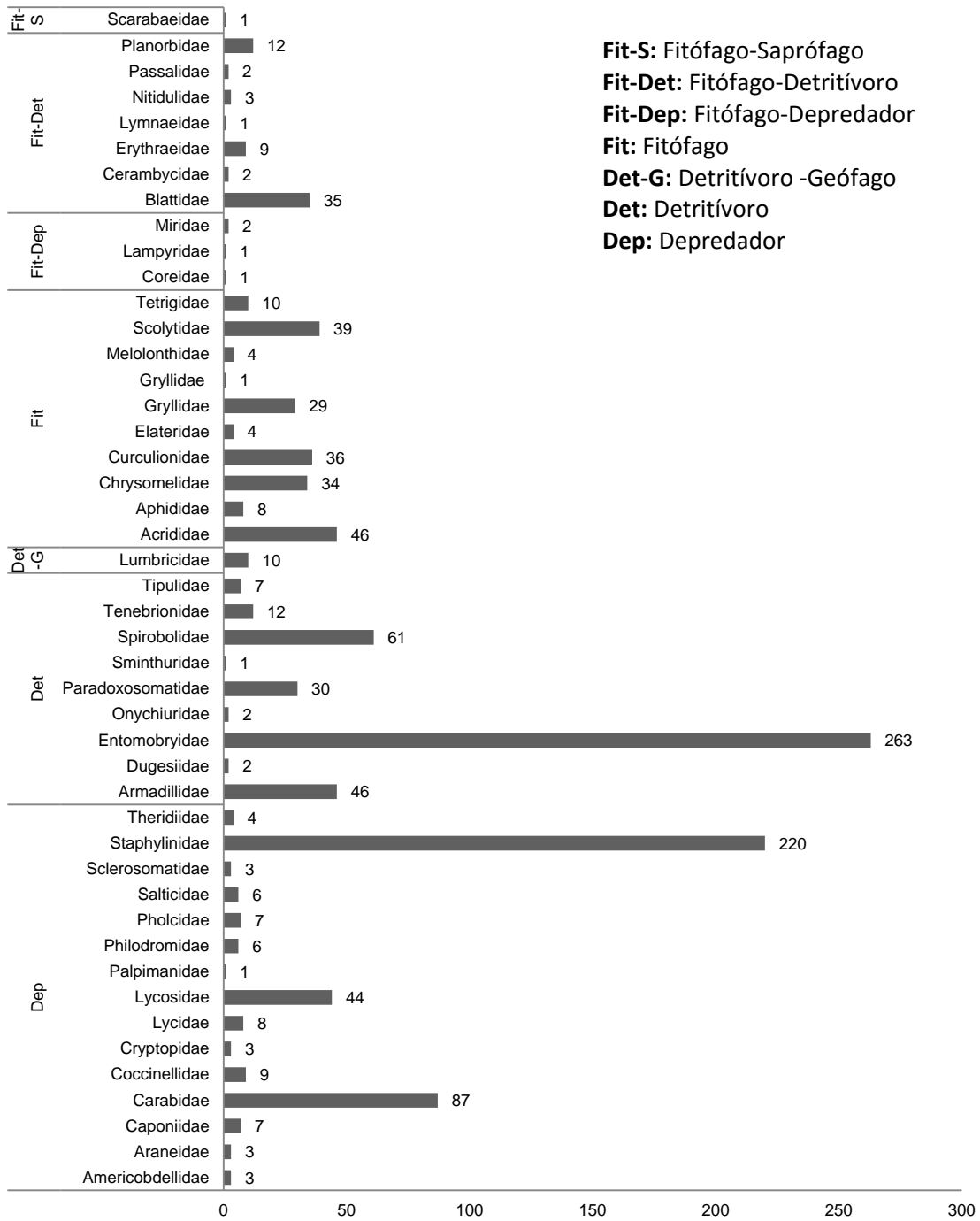


Figura 48. Abundancia de las familias de fauna edáfica epigea.





**Fit-S:** Fitófago-Saprófago  
**Fit-Det:** Fitófago-Detritívoro  
**Fit-Dep:** Fitófago-Depredador  
**Fit:** Fitófago  
**Det-G:** Detritívoro -Geófago  
**Det:** Detritívoro  
**Dep:** Depredador

Figura 49. Distribución de las familias de fauna edáfica epigea en gremios tróficos.





Para el Tr2 la curva de acumulación de familias con los estimadores Chao 1, Chao 2, ACE y MM muestran lo que ocurrió en el transcurso del muestreo. Inicialmente se recolectaron un gran número de familias que habitan en este ecosistema y por tal razón la pendiente comienza siendo significativamente elevada, a medida que aumenta el número de días de muestreo aparecen pocas familias que difieren de las anteriores, lo que ocasiona que las pendientes de las curvas comiencen a estabilizarse acercándose a la asíntota. En este caso las curvas no se estabilizan por completo, sin embargo, los muestreos realizados contemplan un valor muy aproximado del total de las familias que albergan en el ecosistema como lo demuestran los valores del conjunto de estimadores que se comportan de forma muy similar y se acercan a los valores observados, puesto que se obtuvo aproximadamente el 89% de familias esperadas, infiriendo que se llevó a cabo un buen muestreo (Figura 50), el valor de riqueza esperada fue de 51,6 y la observada de 46.

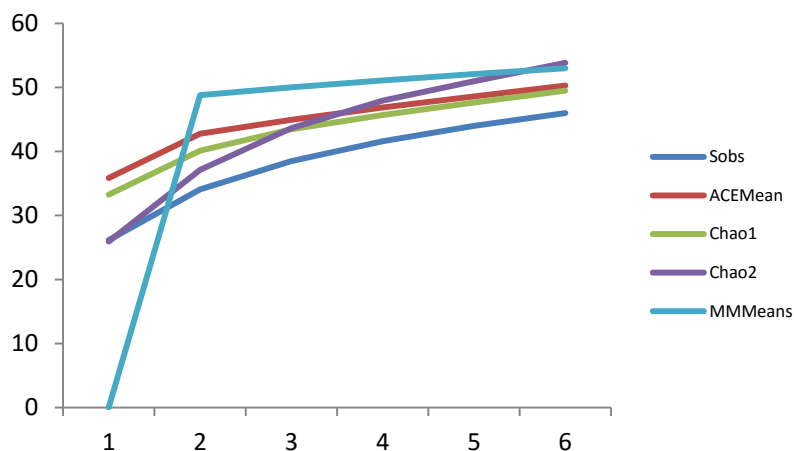
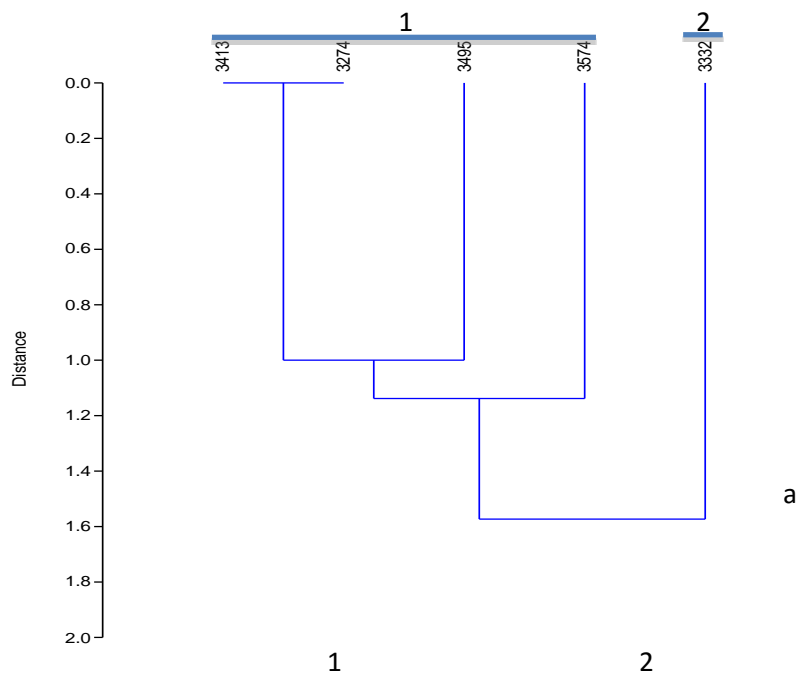


Figura 50. Curva de acumulación de especies para familias de fauna epigea Tr2.

El análisis de agrupamiento teniendo en cuenta gremios tróficos muestra dos grupos



claramente establecidos, el primero constituido por cuatro alturas 3413, 3274, 3495 y 3574 y el segundo constituido por una altura 3332. El grupo 2 presenta exclusividad del gremio Fitófago-saprófito, representado por la familia Scarabaeidae. El grupo 1 no presenta ninguna característica particular (Figura 51a). Por lo anterior se realizó el mismo análisis eliminando la familia Scarabaeidae (Figura 51b) y como resultado se encuentran dos grupos que se encuentran definidos por el gremio fitófago-depredador que esta presente en el grupo 1 y ausente del grupo 2.



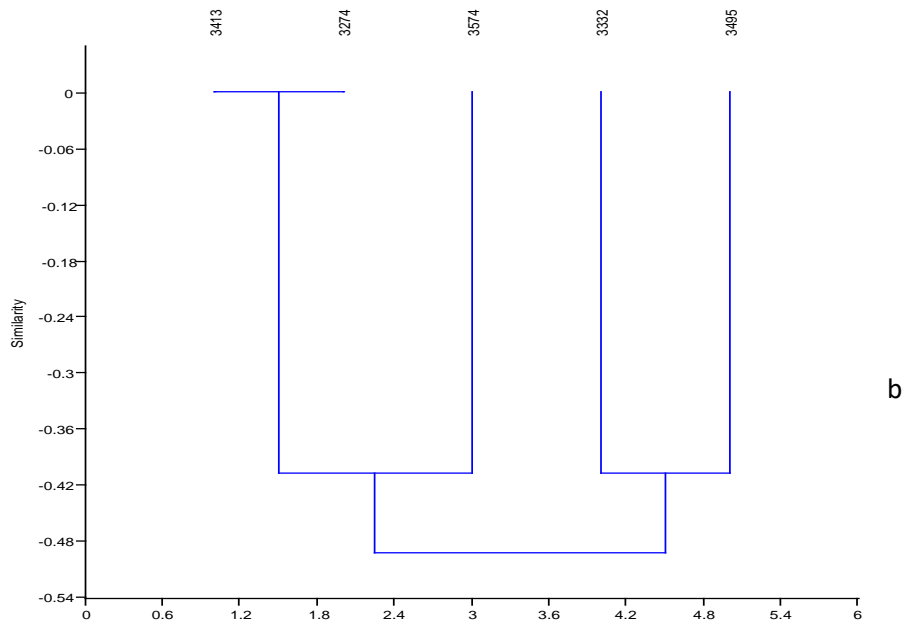


Figura 51. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr2, teniendo en cuenta gremios tróficos. a) incluyendo fitófagos-saprófago y b) eliminando fitófagos-saprófago.

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, presentando una similitud entre las estaciones de forma reticulada, siendo la estación 2 (3332 msnm) la que más se diferencia (Figura 52).

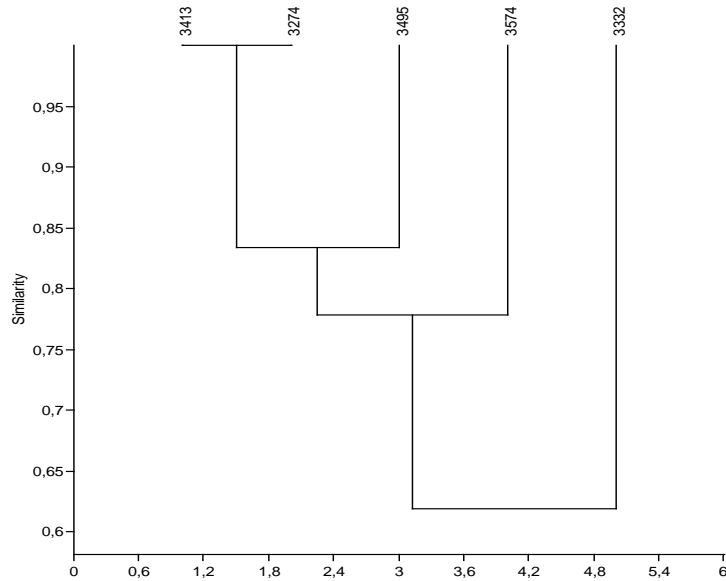


Figura 52. Analisis de similaridad de Jaccard Tr2, teniendo en cuenta gremios troficos

El análisis de agrupamiento teniendo en cuenta las familias muestra dos grupos claramente establecidos, el primero constituido por una altura 3574 y el segundo constituido por cuatro alturas 3495, 3413, 3332 y 3274 (Figura 53).



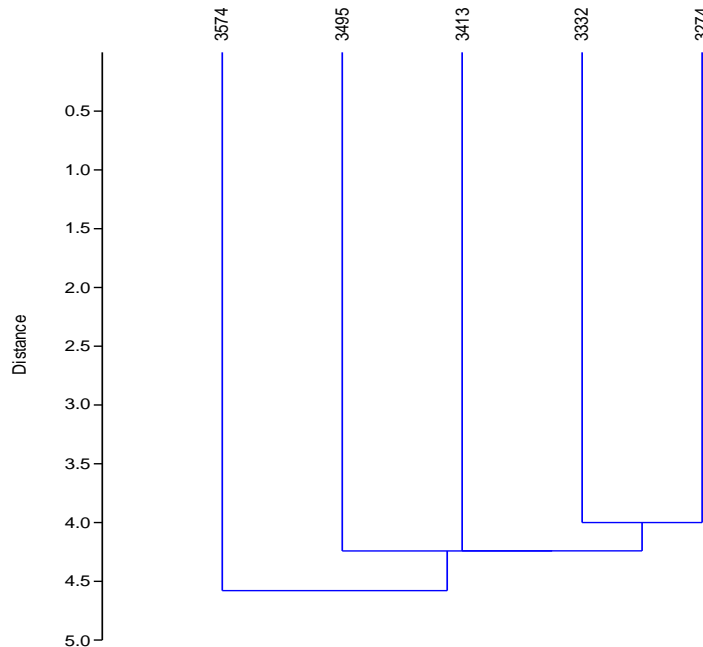


Figura 53. Analisis de agrupamiento basado en distancia euclidiana Tr2, teniendo en cuenta familias de fauna epigea.

El primer grupo se caracteriza por la exclusividad de las familias Coreidae, Cryptopidae, Elateridae, Lymnaeidae, Palpimanidae, Passalidae, Tetrigidae y el grupo 2 se caracteriza por compartir una sola familia (Pholcidae) y presenta 8 familias exclusivas, dos para la estación 1 (Gryllidae y Lampyridae), dos para la estación 2 (Scarabaeidae y Sclerosomatidae), tres para la estación 3 (Melolonthidae, Onychiuridae y Sminthuridae) y una para la estación 4 (Theridiidae).

Las agrupaciones de las estaciones de muestreo varían en el análisis de similitud de Jaccard, teniendo en cuenta la abundancia, presentando una similitud entre las estaciones de forma reticulada, siendo la estación 5 (3495 msnm) la que más se diferencia (Figura 54).



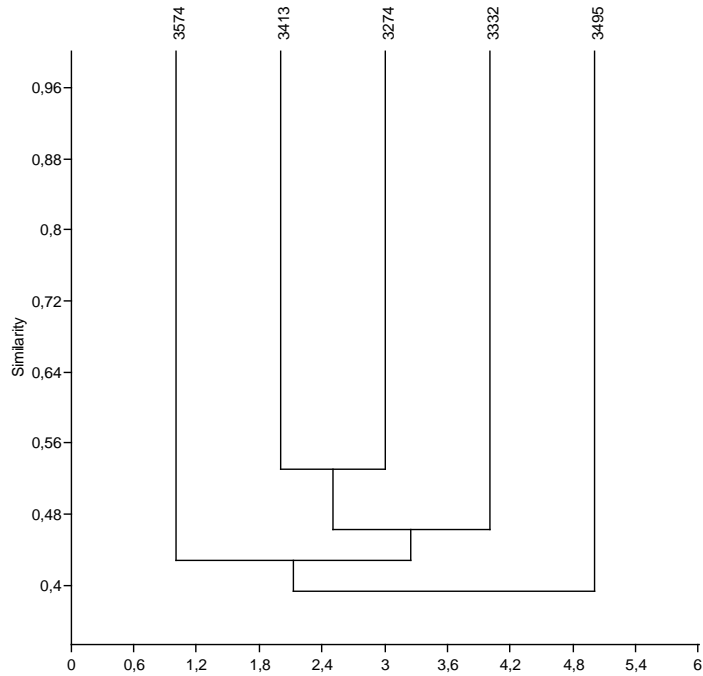


Figura 54. Analisis de similaridad de Jaccard Tr2, teniendo en cuenta familias de fauna epigea



## 8. CONCLUSIONES

El complejo de páramos Sotará, páramo de Barbillas, evidencia diferentes tipos de vegetación en el gradiente altitudinal, que corresponden a vegetación de herbazales, arbustales y composición arbórea.

La intervención antrópica del ecosistema fue uno de los mayores inconvenientes en la definición del gradiente altitudinal en la elaboración de un transecto de estudio.

La tenencia de la tierra es un aspecto crucial para la determinación de un transecto de estudio, pues determina el grado de celeridad en la realización del estudio.

Los aspectos socioculturales son relevantes en el momento de decisión de realizar los estudios biológicos en el páramo, la comunidad Yanacona fue de gran apoyo para la realización del estudio.

### Vegetación

El número total de especies para los dos transectos es de 278 especies, de las cuales se comparten 82. Para el transecto 1, Páramo de Barbillas (Estaciones 1 a 5) y altitudes entre los 3110 y 3440 m., se registran 126 especies vegetales exclusivas. Las especies pertenecen a Angiospermas, Monilofitos y Lycofitos. Este número incluye especies encontradas en las parcelas y fuera de ellas. Para el transecto 2, Páramo Los Tres Cerrillos (Estación 1 a 5) y altitudes entre los 3274-3332 m., se reporta un total de 70 especies vegetales exclusivas. Las especies pertenecen a Angiospermas, Monilofitos y Lycofitos. Este número incluye especies encontradas en las parcelas y fuera de ellas.

El Índice de Sorensen comparando la totalidad de especies de los dos transectos (Barbillas vs. Los Cerrillos). El transecto 1 (Barbillas) presentó 61 especies y el transecto 2 (Los Cerrillos), 67 por tanto:  $64/128 \quad I = 0,5$



Entre las especies compartidas se encuentran: *Axinaea macrophylla*, *Cavendishia bracteata*, *Clusia multiflora*, *Cyathea caracasana*, *Disterigma alaternoides*, *Espeletia hartwegiana*, *Freziera reticulata*, *Gaidendron punctatum*, *Geissanthus andinus*, *Gynoxys tolimensis*, *Ilex sp.1*, *Maytenus novogranatensis*, *Miconia gleasoniana*, *Miconia jahnii*, *Miconia sp.1*, *Monnina fastigiata*, *Myrsine coriacea*, *Ocotea heterochroma*, *Ocotea infrafoveolata*, *Ocotea sericea*, *Palicourea amethystina*, *Palicourea flavescens*, *Prunus huantensis*, *Ruagea hirsuta*, *Siparuna echinata*, *Symplocos quitensis*, *Thibaudia floribunda*, *Tournefortia fuliginosa*, *Viburnum triphyllum*, *Weinmannia mariquitae*, *Weinmannia glabra* y *Weinmannia rollottii*.

En el levantamiento de las parcelas y respecto al número de especies no es significativa la diferencia entre los dos transectos, 61 y 67 respectivamente y se comparten 32 de ellas. En el transecto 1 (menor diversidad), evidencian la mayor presencia de actividades antrópicas en la zona, frente a lo observado en el transecto 2 que se encuentra en recuperación; sin embargo en la estación 3 del transecto 2 se inicia un proceso de ampliación de potreros observado durante el recorrido (quemadas del sotobosque e inclusión de ganado).

Los resultados muestran que se requieren mayor esfuerzo de muestreo en las áreas para tener más datos y comparar altitudinalmente la vegetación, es por esto que no es posible establecer por el momento una zonificación altitudinal de recambio de especies. De manera preliminar, la zona de muestreo es un mosaico heterogéneo con procesos de paramización de las áreas de bosque, que empieza a ser sometida a procesos de degradación antrópica por expansión ganadera y la presencia de vías carreteables y por ello es urgente generar estrategias para la conservación y gestión sustentable de estos ecosistemas (Figura 55).







Figura 55. Ampliación de la frontera ganadera y proceso de paramización.

Las estaciones pertenecientes al área boscosa de los dos transectos muestra, con ligeras variaciones, la presencia de las mismas especies; excepto en aquellas áreas sujetas a acción antrópica o a alteraciones naturales frecuentes.

Es notoria la presencia de individuos de varias especies de árboles con tallos múltiples, originados desde la base, lo cual puede ser una estrategia para disponer de mayor espacio o para sortear los daños que pueden sufrir las yemas por acción de la alta radiación.

Las variaciones en cuanto al Índice de Valor de Importancia de las especies de una estación a otra, se deben posiblemente a condiciones edáficas (pendiente, estructura, textura, etc.) y la historia a que ha estado sometida el área (acción antrópica, apertura de claros, etc.).

Es indudable la influencia del bosque sobre los arbustales subparamunos y el páramo propiamente dicho por el aporte de algunas especies que ascienden hasta estos lugares y que dan lugar a la formación de bosquecillos inmersos dentro de la matriz de pajonales y arbustales.

Al ubicar las estaciones sobre una línea altitudinal determinada impide conocer la estructura de formaciones diferentes que se hallan próximas al sitio de muestreo pero por fuera de la altitud establecida. Es el caso del páramo propiamente dicho donde a escasos 20 m de distancia se hallan arbustales y formaciones de bosque paramuno, que en el



presente caso no se incluyeron; por lo anterior las fajas altitudinales se constituyen en una alternativa para el diseño de muestreos teniendo en cuenta las características de la alta montaña.

Se resalta la presencia de la especie *Podocarpus oleifolius* (Podocarpaceae) que se encuentra en categoría de amenaza según Resolución 383 de 23 de febrero de 2010 del Ministerio de Ambiente como vulnerable, en el transecto 1 - Páramo de Barbillas.

### **Anfibios**

En los transectos hallaron 117 individuos agrupados en 44 especies (morfotipos) pertenecientes en su mayoría a la Familia Craugastoridae, género *Pristimantis* (Figura 56).

Las trampas pitfall no fueron eficientes en la captura de anfibios, ya que sólo 2 individuos cayeron en 2 trampas del Tr1, mientras que en las trampas del Tr2 no cayó ningún individuo. Las capturas manuales tuvieron gran éxito a través de la búsqueda de encuentro visual (VES) apoyada por cantos y detección de desplazamiento o movimiento.

La diferencia en el éxito de captura en los dos transectos, se dio quizás por las condiciones orográficas de los Páramos que constituían estos transectos. El Tr1 presentaba una pendiente de mayor inclinación y zonas muy conservadas por lo que la vegetación era espesa y dificultaba el acceso, esto limitó en cierto grado las búsquedas por recorridos libres, mientras que el Tr2 presentaba menor grado en las pendientes del terreno y tenía mayor extensión longitudinal dentro de cada estación, estas características son más favorables para los anuros, puesto que facilita su desplazamiento y permanencia en estas zonas.

El análisis de agrupamiento por distancias euclidianas coincidió para los dos transectos



en diferenciar dos grupos, el grupo 1 conformado por el punto de la Estación 5 y el Grupo 2 constituido por las estaciones 1, 2, 3 y 4. El segundo grupo presentó especies comunes para zonas de cobertura de bosque, mientras que el grupo 1 se caracterizó por presentar especies bien diferenciadas de cobertura vegetal paramuna, y por la pérdida gradual de especies mayormente adaptadas a menores altitudes. Por lo anterior se puede definir que el punto de recambio de especies se da por el cambio de cobertura vegetal mas no necesariamente por la altitud.

Ademas, la riqueza de especies disminuyó con el incremento de altitud en los lugares de muestreo, de esta manera coincide con lo mencionado por Lynch en el artículo “*Análisis Biogeográfico de los Anfibios Paramunos*”, 2002.



LMSH 013. *Pristimantis myersi*

LMSH 013. Convenio Humboldt.

013. Craugastoridae. *Pristimantis myersi*



YAP 041. Convenio Humboldt.

LMSH

YAP 041. Craugastoridae. Género: *Pristimantis*



LMSH 030. Convenio Humboldt.



MOGC 010. Convenio Humboldt.





YAP 019. Convenio Humboldt.



LMSH 022. Convenio Humboldt.



YAP 006. Convenio Humboldt



LSMH 014. Convenio Humboldt.

LMSH  
022.



MRM 001. Convenio Humboldt.



YAP 027. Convenio Humboldt.

Craugastoridae. *Pristimantis ocreatus*

YAP 006. Craugastoridae. Género: *Pristimantis*



YAP 027. Craugastoridae. Género: *Pristimantis*

Figura 56. Algunas especies de anfibios registradas

### **Aves**

En total se registraron 92 especies (Figura 57), distribuidas en 65 géneros, 28 familias y 12 órdenes; las 92 especies registradas podrían estar representando cerca del 50% de las aves reportadas en esta zona del macizo (Hilty y Brown, 2001, McMullan et al 2011). Los órdenes con mayor representatividad fueron Passeriformes y Apodiformes, con 50 y 15 especies respectivamente; las familias Trochilidae y Thraupidae registraron la mayor riqueza (Anexo 11). El 35,4% de los registros se realizaron a través de capturas con redes de niebla y el restante 64,6% corresponde a los registros visuales y auditivos.

La composición de la muestra respecto a los órdenes corrobora lo propuesto por Machado y Peña (2000), quienes plantean que el orden Passeriformes comprende aproximadamente el 60% de las aves vivientes actuales. La riqueza de la familia Thraupidae podría deberse, por un lado a que junto con Tyrannidae y Trochilidae son las familias con mayor número de especies en Colombia (Hilty y Brown, 2001); por otro lado, la oferta de frutos, néctar e insectos permite que haya una fuente constante de alimento que atrae a bandadas mixtas de aves (Perrins, 2009). Las especies de la familia Thraupidae son muy importantes dispersores de semillas dentro del ecosistema, ya que el paso por el tracto digestivo y la deposición de las semillas en lugares alejados permite que haya un reclutamiento continuo de nuevas plantulas (Hilty y Brown, 2001).

La riqueza del orden Apodiformes es sustentada principalmente por especies de la familia



## Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Trochilidae, con 14 especies registradas para esta zona; la contribución a la composición de la avifauna de la zona se corresponde es similar a lo observado regularmente en otras localidades y puede atribuirse a que los colibríes constituyen una de las familias más numerosa en el continente americano con cerca de 300 especies (Perrins, 2009). Pero también como ocurre con el grupo de las tangaras, las oferta de plantas con flores y la abundancia de insectos favorecen su presencia.





e.



f.



g.



h.

Figura 57. Especies pertenecientes a las familias más representativas del muestreo (Trochilidae y Thraupidae): a) *Metallura williami* (Hembra), b) *Coeligena lutetiae*, c) *Hemispingus verticalis*, d) *Anisognathus lacrymosus*, e) *Chlorornis riefferii*, f) *Iridosornis rufivertex*, g) *Diglossa lafresnayii*, h) *Diglossa humeralis aterrina*.

La representatividad del muestreo para Barbillas fue bajo (33%), mientras que para Tres Cerrillos-Bellones fue relativamente alto (63%); estas diferencias podrían deberse a pérdida en la efectividad de detección entre sitios debido principalmente a condiciones topográficas, climáticas, a diferencias en el estado de conservación de cada uno de los sectores e igualmente tienen incidencia aspectos como el momento fenológico de las diferentes poblaciones de plantas, la abundancia artropodos y el ciclo anual de las especies de aves. Los resultados de los análisis de acumulación muestran la necesidad de realizar muestreos adicionales en diferentes épocas del año de manera que se logre



un conocimiento más completo de la composición de la comunidad.

En ninguno de los dos sitios obtuvimos evidencia de que la composición de la comunidad de aves fuera afectada por los cambios en altitud. Las aves son organismos homeotermos con gran capacidad de movimiento y esto les permite moverse con facilidad a través del bosque, por lo que su distribución está más ligada a la existencia de un tipo de cobertura vegetal que les ofrezca alimento y protección. Muchas de las especies de aves registradas en este estudio tienen rangos de distribución entre 2500-3500 msnm, por lo que su supervivencia, así como la de las plantas que dependen de ellas para su polinización o para dispersar sus semillas depende de la continuidad de la cobertura vegetal.

De las especies reportadas *Leptosittaca branickii* se encuentra categorizada en condición de vulnerabilidad (VU) según la resolución 383 del 2010 del MAVT y la UICN, donde se reporta a *Eriocnemis derbyi* y a *Andigena hypoglauca* como especies casi amenazadas (NT). Se destaca también el registro de especies como *Eriocnemis derbyi* y *E. mosquera* consideradas especies casi endémicas de Colombia (Stiles 1997, McMullan *et al.* 2011). Algunas especies no registradas en este estudio, pero con alta probabilidad de ocurrencia para la zona, como *Spizaetus isidori* (VU), *Gallinago nobilis* (NT) y *Hapalopsittaca amazonina* (VU), *Grallaria rufocinerea* (VU), *G. lineifrons* (NT), también enfrentan problemas de conservación. Algunas de estas especies con gran capacidad de vuelo (como *L. branickii* y *H. Amazonina*), así como varias especies de tángaras que realizan migraciones altitudinales amplias en busca de frutos, son agentes de conectividad entre el bosque altoandino y el páramo, por lo que la realización de obras o actividades que limiten esos movimientos podrían terminar agravando su frágil estado poblacional. Por otro lado, estudios de la abundancia y movimientos de especies con menor capacidad de vuelo ("caminadoras") y más restringidas al páramo (como especies del género *Grallaria*) o al bosque (como especies del género *Scytalopus*), podrían ser casos de estudio interesantes para buscar franjas de intersección de uso de hábitat entre especies de aves de páramo y de bosque.





Finalmente y con respecto a la metodología, consideramos que es recomendable para futuros estudios continuar usando los 3 métodos de detección aquí empleados para el registro de las especies de aves; la eficiencia de tales metodologías pueden variar de sitio en sitio, la época del año y las condiciones ambientales, pero en general son complementarios.

### **Edafofuna**

Estos tipos de ecosistemas conservados ofrecen los requerimientos alimenticios óptimos para los diferentes niveles de la cadena trófica, presentando fuertes interacciones herbívoro-planta y presa-depredador siendo estos los gremios más destacados conjuntamente con los descomponedores.

Cabe resaltar que las metodologías empleadas, colecta manual y trampas de caída o pitfall se complementaron logrando que el esfuerzo del muestreo sea significativo con un porcentaje mayor al 80% de familias esperadas. Sin embargo, consideramos que los datos de recambio de gremios tróficos y familias no permiten concluir una altitud limitante.

El Phylum Arthropoda fue el más abundante en las áreas estudiadas presentando la mayoría de familias registradas en ambos puntos, adicionalmente los páramos muestreados comparten el 60% de las familias encontradas. En los dos transectos estudiados la familia Entomobryidae presentó el mayor número de individuos, resaltando su abundancia por sus requerimientos alimenticios y diversidad de hábitat. Coleóptera fue el único orden registrado que evidenció diversos gremios tróficos (depredador, detritívoro, fitófago, fitófago- detritívoro, fitófago-depredador y fitófago-saprófago) a diferencia de los demás donde solo primó una categoría.

Consideramos que para el muestreo de edafofauna se deben seleccionar grupos particulares de artrópodos (abundantes y diversos) que sean representativos y permitan un manejo de datos más eficiente. En este caso se recomienda por su riqueza y abundancia a diferentes alturas, el uso de Colembolla y Coleoptera. Principalmente Coleoptera está representado por diferentes familias de todos los gremios tróficos en este





# Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

rango altitudinal.

Sede Principal: Calle28A#15-09 Bogotá, D.C., Colombia | PBX: (57)(1) 3202767 | NIT 820000142-2



## 9. RECOMENDACIONES

Los páramos de la Soledad y de Chontillal localizados en los límites entre los departamentos del Cauca y El Huila, son poco conocidos debido a que están ubicados en áreas muy alejadas y no tiene caminos que permitan su acceso fácilmente. Iniciar estudios sistemáticos en estos páramos es muy importante para el conocimiento de las condiciones biológicas de estos ecosistemas de parámos del Sector de la Cordillera Central al suroccidente de Colombia, especialmente si se tiene en cuenta que no están protegidos por ninguna figura de conservación.

Por lo anterior se requiere continuar con los estudios y apoyo para la realización de estos en el suroccidente colombiano que permitan generar resultados concluyentes respecto a la delimitación de estos ecosistemas y el establecimiento de estrategias de conservación.

Debido a que el muestreo estuvo restringido a un gradiente altitudinal entre 3100 y 3500 msnm es posible que se hayan dejado por fuera algunas aves que se sabe que tienen presencia en estos ecosistemas como especies del genero *Grallaria*. Es importante también tener en cuenta que se deben abarcar en los muestreos futuros ecosistemas como bosque andino (BA) y bosque altoandino (BAA), a través de los cuales las aves realizan desplazamientos altitudinales, y cuya heterogeneidad de biomas aumenta la probabilidad de encontrar mayor variedad de aves.

Por ultimo, consideramos que el análisis presencia/ausencia es más adecuado para este tipo de estudios debido a que son las especies las que aportan informacion sobre recambio y no su abundancia. Adicionalmente, la riqueza de especies es una evidencia de la diversidad de nichos ecologicos, atributo que en el conjunto de organismos es el sustento de la funcionalidad ecologica.



## 10. BIBLIOGRAFIA

Arbea, J. y Blasco, Z.J. 2001. Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en Los Monegros (Zaragoza, España). *Aracnet 7 -Bol. S.E.A.*, nº 28: 35—48. [En línea]. [Citado: 12-11-2013] Disponible en:<http://entomologia.rediris.es/aracnet/7/03ecolembolos/>

Avila, D.R. y Jaramillo Y.D. 2009. Composición de la clase Collembola en un bosque alto andino de la Vereda Noruega Alta, Sylvania, Cundinamarca. Proyecto curricular Licenciatura en biología, Bogotá, Colombia.

Cuesta R., E; Moya-Robledo, J. y Ramírez-Maturana F. 2010. Caracterización ecológica de la ornitofauna del Páramo del Duende. *Bioetnia* 7(1): 10-15.

Hilty S. L. y W. L. Brown. 2001. Guía de las aves de Colombia. Traducción al español por Humberto Álvarez-López. Universidad del Valle-The Bird Conservancy. Cali. Colombia.

Lynch, Jhon D., Ángela M. Suárez-Mayorga. 2002. Análisis Biogeográfico de los Anfibios Paramunos. *Caldasia* 24 (2): 471-480.

Lynch, J. D. 1986. Origins of the high Andean herpetological fauna. Págs. 478-499. *en*: F. Vuilleumier & M. Monasterio (eds.). *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, Oxford.

Machado, M. y G. Peña. 2000. Estructura numérica de la comunidad de aves del orden passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los corregimientos de Salero y San Francisco de Icho. Tesis de pregrado. Chocó, Colombia. U. T. CH. Facultad de Ciencias Básicas.

McMullan, M., A. Quevedo y T. M. Donegan. 2011. Guía de campo de las aves de Colombia. Fundación ProAves. Bogotá.



Morales M., Otero J., Van der Hammen T., Torres A., Cadena C., Pedraza C. Rodríguez N., Franco C., Betancourth J.C., Olaya E., Posada E. y Cárdenas L. 2007. Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 p.

Nat. Geo. 1999. Field guide to the birds of North America. Tercera Edición. Publicado por the National Geographical Society. Washington.

Perrins, C. 2009. The Princeton encyclopedia of birds. Princeton University Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey. 656 pp.

Ralph, C. J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. DeSante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albano, California : Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture. Albany, CA.

Remsen, J. V., Jr., C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, y K. J. Zimmer. 2012. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. Version 6 de Marzo.

Rosero, M.C.M. 2013. Tesis de pregrado. Caracterización de la fauna edáfica en relación con el uso del suelo en cultivos de papa y pastizal en zonas altoandinas, en el municipio de Totoró. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia.

Stiles, F.G. 1997. Las aves endémicas de Colombia. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Tomo I. Cháves, M.E., N. Arango (eds.). Bogotá, DC: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente; p. 378-85.

Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de





## Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt

Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

Wilson, M. 1.989. Igneous petrogenesis. A global tectonic approach. Unwin Hyman, 466 p.

