

TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Diversidad, Estructura y Variación Estacional de la Comunidad de Aves de Alta Montaña en la  
Cordillera Oriental de Colombia, Macizo de Santurbán, Municipio de Vetas, Santander.

Cindy Pamela Jaimes López

Trabajo de grado para Optar el título de Bióloga

Director

José Gregorio Moreno Patiño

M.Sc. Ciencias /Biología –Univalle.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2018

### **Agradecimientos.**

A Dios y a mis padres Carlos Jaimes y Mariela López por el apoyo incondicional brindado en todo este difícil proceso por culminar mi trabajo de grado y obtener mi título.

A mi Director José Gregorio Moreno por todos los conocimientos brindados acerca de las aves y su ecología, por el apoyo, por corregirme constantemente mi escrito.

A la Profesora Alicia Rojas por ser siempre sincera e incentivar me con la culminación de este proyecto, por sus consejos y apoyo en este proceso.

A mi Amiga Maribel Arias, nacida en Vetas, por ayudarme a encontrar información acerca de la zona. Por presentarme con los habitantes vivientes cerca al sitio de estudio.

Al señor Benjamín Arias, por ayudarme los primeros meses con la toma de datos y manipulación de las redes de niebla y demás. Por acompañarme algunas noches en la sola montaña de la vereda El Salado.

A la Corporación Autónoma de Bucaramanga por dejarme entrar al predio y realizar mi estudio.

A la minera AUX, por darme los equipos para la realización del estudio y ayudarme con en la movilización desde California hasta la Vereda el Salado.

## Contenido

<b>Introducción</b> .....	12
<b>1. Objetivos</b> .....	16
1.1. Objetivo General.....	16
1.2. Objetivos Específicos.....	16
<b>2. Materiales y Métodos.</b> .....	17
2.1.Fase de Campo.....	17
2.1.1.Área de Estudio.....	17
2.1.2. Redes de Niebla. ....	19
2.1.3. Grabaciones de cantos de aves y Observación. ....	20
2.2. Fase de Laboratorio.....	22
2.3. Análisis de datos. ....	23
2.3.1. Riqueza de especies. ....	23
2.3.2. Estimación de la riqueza de especies de aves del sitio de estudio con R (Extrapolación). ....	24
2.3.3. Estimación de la cobertura del muestreo con R.....	24
2.3.4. Análisis de diversidad . ....	24
2.3.5. Gremios tróficos.....	26
2.3.6. Variación estacional de la comunidad de aves . ....	27
<b>3. Resultados.</b> .....	28
3.1.Riqueza de especies y estados de amenaza. ....	28
3.2. Análisis de diversidad.....	35
3.2.1. Análisis de diversidad usando los índices no paramétricos Chao 2 & Jackknife 2. ....	35
3.2.2.Estimación de la riqueza de especies de aves del sitio de estudio por medio de la plataforma R , paquete Inext (iNterpolation and EXTrapolati3n). ....	38
3.2.3. Estimación de la cobertura del muestreo por medio de la plataforma R paquete Inext....	39
3.2.4. Análisis de la estructura de la comunidad de aves usando los índices de abundancia proporcional: Índices de dominancia Simpson & Berger Parker .....	40
3.2.5.Análisis de la uniformidad de la comunidad de aves usando los índices de equidad Shannon – Wiener.....	40

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

3.3.Gremios tróficos.....	41
3.4.Variación estacional de la comunidad de aves. ....	42
<b>4. Discusión.</b> .....	48
4.1.Riqueza de especies e Índices de diversidad.....	48
4.2.Análisis de diversidad.....	49
4.3.Gremios tróficos.....	50
4.4.Variación estacional.....	51
<b>5.Conclusiones</b> .....	54
<b>Referencias Bibliográficas</b> .....	55
<b>Apéndices</b> .....	61

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Gremios tróficos según Cordoba-Cordoba (2016) para ecosistemas de alta montaña. .	26
<b>Tabla 2.</b> Abundancias relativas por familias. ....	29
<b>Tabla 3.</b> Abundancias relativas por especies. ....	30
<b>Tabla 4.</b> Especies en alguna categoría de amenaza. ....	32
<b>Tabla 6.</b> Índices de dominancia Simpson & Berger Parker del área muestreada. ....	40
<b>Tabla 7.</b> Índice de equidad Shannon – Wiener para el área de estudio. ....	40
<b>Tabla 8.</b> Índice de Correlación lineal de Pearson entre abundancias relativas de las especies muestreada y la pluviosidad m.m registrada y Temperaturas T °C en los 5 meses de muestreo.	44
<b>Tabla 9.</b> Ampliación de rango altitudinal y correlación con la temperatura. ....	47

### Lista de Figura

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica del municipio de Vetas, Vereda el Salado, Santander Colombia. .....	18
<b>Figura 2.</b> Ubicación de los puntos de niebla en el área, puntos de grabación de 45 min y 15 min en el área de estudio. ....	21
<b>Figura 3.</b> Fotos de ecotonos observados en el área de estudio. ....	22
<b>Figura 4.</b> Abundancia relativa y Riqueza por familias. ....	30
<b>Figura 5.</b> Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies del muestreo de aves. ....	35
<b>Figura 6.</b> Curvas de acumulación de especies de los muestreos de aves, usando métodos no paramétricos (Chao 2 y Jackknife de segundo Orden). ....	36
<b>Figura 7.</b> Curvas de acumulación de singletons y doubletones (especies raras) en relación al aumento del esfuerzo de muestreo. ....	37
<b>Figura 8.</b> Curva de extrapolación de la comunidad de aves del predio Ciénaga. ....	38
<b>Figura 9.</b> Estimación de la cobertura del muestreo. ....	39
<b>Figura 10.</b> Número de especies para cada uno de los 12 grupos tróficos reportados. ....	42
<b>Figura 11.</b> Climograma de la estación Climatográfica El Pozo, en el Municipio de Vetas, Departamento de Santander. Altura 3220 m.s.n.m. (IDEAM 2015). ....	43

## Lista de Apéndices

<b>Apéndice A</b> . Formato de organizacion de datos . .....	61
<b>Apéndice B</b> . Lista de las abundancias por mes de muestreo de las especies de aves encontradas en el Macizo de Santurbán, Municipio de Vetas, Predio Ciénaga durante el periodo de Agosto a Diciembre del 2014.....	62
<b>Apéndice C</b> . Fotografias de algunas especies de aves capturadas en el sitio de estudio. ....	66

## Resumen

**Título:** Diversidad, Estructura y Variación estacional de la Comunidad de Aves de Alta Montaña en la Cordillera Oriental de Colombia, Macizo de Santurbán, Municipio de Vetas, Santander.\*

**Autor:** Cindy Pamela Jaimes López.\*\*

**Palabras claves:** Paramo de Santurbán, Composición de la comunidad de aves, Cambios estacionales, gremios tróficos.

Descripción: El conocimiento que se tiene sobre la diversidad de la avifauna de los ecosistemas de alta montaña colombianos ha sido principalmente enfocado en la generación de lista de especies, mientras que la información disponible sobre la variación estacional y estructura de aves es comparativamente escasa. En este trabajo realizamos la caracterización de la avifauna de un rango altitudinal de 3000 a 3700 m.s.n.m. de una franja conservada ubicada en el predio Ciénaga del Municipio de Vetas, Santander, correspondiente al Páramo de Santurbán, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Evaluamos la diversidad, la estructura de la comunidad de aves y la variación estacional de la avifauna de un sector de alta montaña y analizamos la distribución altitudinal de las especies registradas. Realizamos muestreos mensuales (seis días/mes) durante 5 meses, a lo largo de un transecto de 1 km<sup>2</sup> dentro del cual usamos los 3 primeros días para captura de aves con redes de niebla, los siguientes 3 días fueron dedicados a la grabación de cantos de aves y observación con binoculares. Registramos un total de 68 especies, reunidas en 18 familias y 7 gremios tróficos. Los gremios tróficos más sobresalientes fueron los consumidores de néctar y los consumidores de insectos. No evidenciamos migraciones altitudinales para la época muestreada, sin embargo algunas especies se correlacionaron significativamente con la temperatura. Cinco especies ampliaron su distribución altitudinal notablemente. También observamos tres especies en peligro para nuestro territorio Colombiano.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director: José Gregorio Moreno. M.Sc. Ciencias/ Biología -Univalle.

### Abstract

**Title:** Diversity, Structure and Seasonal Variation of the High Mountain Bird Community in the Eastern Cordillera of Colombia, Macizo of Santurbán, Municipio of Vetas, Santander.\*

**Author:** Cindy Pamela Jaimes Lopez \*\*

**Key words:** Santurbán Páramo, Composition of the bird community, seasonal changes, trophic guilds.

**Description:** The knowledge about the avifauna diversity in the high mountain ecosystems of Colombian has been focused primarily in the generation of species list, while the information available about stational variation and birds structure is comparatively low. In this study we characterize the avifauna in an elevation ranges from 3,000 to 3,700m.s.n.m. of a preserved fringe located in the sector Ciénaga of Municipio of Vetas, Santander belonging to Páramo of Santurbán, jurisdiction of the Regional Autonomous Corporation for the Defense of the Meseta Bucaramanga (CDMB). We evaluate the diversity, the structure of the birds community and seasonal changes in a sector of a high mountain and we analyze the elevation distribution of registered species. We made monthly sampling (6 days/ month) during 5 months, along a transect of 1 km<sup>2</sup> in which we use the first 3 days for birds caught with mist nets ,the next 3 days was dedicated to the recording of birds sings and observation with binoculars. We registered 68 species, gathered in 18 families and 7 trophic guilds. The most representative trophic guilds were consumers of insects and the consumers of nectar. We don't evidence altitudinal migrations for the sampling time, nevertheless some species correlated significantly with the temperature. Five species expanded its elevation distribution. We also observed three species threatened for our Colombian territory.

---

\* Work degree

\*\* Faculty of science, School of Biology, Director: Jose Gregorio Moreno Patiño. M.Sc. Sciences /Biology-Univalle

## Introducción

Los páramos son ecosistemas estratégicos para la sostenibilidad de los seres humanos por ser reguladores del agua, retener carbono y alojar diversidad de especies animales y vegetales (Vásquez 2011). Los páramos de Colombia poseen características propias como tipo clima, humedad, precipitación, tipo de vegetación, suelos. Estos aspectos varían dependiendo de la cordillera donde se ubique el páramo ( Sarmiento et al., 2013). Nuestro país tiene el 49 % de los páramos del mundo y ocupan el 1,7 % del territorio nacional con 36 complejos de paramo, 16 en la cordillera Oriental; 7 en la central; 7 en la Occidental y 3 entre Nariño y Putumayo. ( Morales et al 2007, Rangel-Ch 2015, Sarmiento et al., 2013 ).

El páramo de Santurbán con una extensión de 82.664 hectáreas se ubica en la cordillera oriental, entre los departamentos de Santander y Norte de Santander, (Morales, et al., 2007), caracterizado por dos épocas de lluvia durante el año y un clima entre húmedo y muy húmedo con temperaturas entre los 0.3 y 12 °C . (IDEAM, 2015).

La diversidad de las aves de los páramos es menor en comparación a los biomas de menor elevación, pero el grado de especialización de las especies es mayor. (MacArthur & Wilson 1967; (Kattan y Franco 2004; Moreno, Andrade, y Ruiz, 2016). Para los páramos colombianos se han registrado 207 especies de aves de las cuales 49 son residentes y exclusivas, 69 habituales, 65 periféricas, y 24 no permanentes (Córdoba-Córdoba 2016). Dado el alto número de endemismos, la alta montaña de los Andes se considera un hotspot (Moreno y Losada 2016).

La riqueza y la diversidad de las aves del páramo de Santurbán ha sido relativamente estudiada y algunos trabajos sobre vegetación y fauna, que incluyen listas de aves para Santurbán han sido realizados por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

(CDMB), (Estela 1999) y el Instituto Alexander von Humboldt (Morales et al 2007, Salgado et al 2017, Sarmiento 2011, Vásquez 2011) mediante de muestreos de corta duración (no mayores a una semana por sitio).

Este vacío de información sobre la riqueza y la diversidad de las aves de alta montaña es aún mayor para las zonas con altitudes superiores a los 3000 m.s.n.m donde las condiciones climáticas y geográficas dificultan la exploración biológica. (Terborgh 1985, Morales et al., 2007; Ávila-Campos 2016).

El conocimiento sobre la riqueza y la diversidad de las aves de altamontaña y sus rangos altitudinales, constituye la base fundamental para investigar el efecto del calentamiento global sobre las especies. Las aves de las tierras altas de los andes colombianos forman unidades discretas y distintas en razón a que estos ambientes son heterogéneos en cuanto a coberturas vegetales, climas y suelos. (Terborgh 1985; Poulsen y Krabbe 1998; Córdoba-Córdoba 2016; Forero et al., 2011) y son altamente sensibles a factores antropogénicos como el cambio de la vegetación nativa por monocultivos, introducción de especies exóticas y especialmente al fenómeno del cambio climático (Sarmiento et al., 2017).

El efecto primario del calentamiento global sobre las aves de alta montaña, según la tolerancia de las especies al aumento de la temperatura (Forero et al., 2011), generalmente es la dispersión hacia mayores elevaciones con la consecuente ampliación de sus rangos altitudinales y la ocupación de nuevos ambientes con condiciones climáticas diferentes (Moreno et al., 2016).

En el sistema montañoso de los Andes, desde los 2800 m.s.n.m el paisaje predominante es de bosque alto andino cuya vegetación presenta doseles de mediana altura y variedad de epifitas. El bosque altoandino representa la zona de transición hacia el subpáramo, zona que se conoce como

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

el límite superior del bosque (LSB), definido a nivel global como una característica ecológica que varía con las condiciones ambientales en la medida en que se aumenta en altitud.

Para los Andes de Colombia el LSB alcanza el límite de los 3700 m.s.n.m. (Moreno et al; 2016) con predominio de pajonales, frailejones, chuscales, matorrales y suelos desnudos, además de picos de calentamiento y enfriamiento abruptos, sequedad de altura y heladas de altura (Vásquez 2011). Además, esta zona de transición se considera crítica por el papel que representa para el flujo de energía, de materiales y de organismos, como también al diferenciarse de los hábitats adyacentes tanto en las dinámicas temporales, la composición como en las funciones ecosistémicas (Korner 2012).

En la actualidad se dispone de un amplio conocimiento sobre los sistemas de páramos, pero la información existente sobre el LSB es muy limitada, principalmente en cuanto a la composición de las especies entre otros aspectos biológicos, ambientales y antrópicos (Moreno et al., 2016) . La dinámica espaciotemporal, según sea la posición altitudinal del LSB, se explica mejor a partir de las variaciones térmicas (Cadennaso et al., 2003) lo cual relaciona directamente al LSB como una zona indicadora de los efectos del calentamiento global sobre la estructura y la distribución de los ecosistemas de montaña (Moreno et al., 2016; Sarmiento y León 2015)

Se ha estimado que un aumento global en 2°C se corresponde con un desplazamiento de las isóclinas térmicas en 364 m.s.n.m.; pero, algunas de estas especies de aves, en particular aquellas con rangos altitudinales estrechos y bajas tolerancias térmicas, tendrían poca posibilidad de sobrevivir en esos nuevos ambientes, a menos que se dispersen hacia ambientes más elevados ( Forero-Medina et al.,2011).

La dispersión hacia ambientes más elevados traería como consecuencia la reducción de sus áreas de distribución por restricciones en el relieve, o por las condiciones del nuevo ambiente y

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

presencia de áreas urbanas que dificulten su desplazamiento altitudinal. Se conoce que el cambio climático afecta más a las especies que habitan las cumbres más elevadas de las montañas, en cuyos límites y por efecto del calentamiento, prácticamente desaparecería el hábitat dando lugar a posibles extinciones de cumbre. (Moreno et al. 2016).

Si la respuesta de las especies al calentamiento global es la no dispersión hacia ambientes más elevados, se estima que en aproximadamente 32 años más del 50 % de la especies sufrirían disminución de más o menos el 45 % de su nicho climático, además de esperar por lo menos el 10% de extinciones de especies de aves (Ramirez et al., 2014). Así mismo, si se asumiera que las aves se dispersan en respuesta al aumento de la temperatura, a 32 años se perdería más del 50 % de los nichos climáticos de las aves endémicas de alta montaña (Hermes et al., 2018); (Astudillo et al., 2018). Estos efectos fueron corroborados en el periquito *Pyrrhura orcesi*, endémico de los bosques nubosos de Ecuador, evidenciándose los cambios de su rango de distribución (Hermes et al., 2018).

El presente estudio contribuye al conocimiento de la riqueza, la diversidad y la variación estacional de las aves en el rango de los 3000 a los 3700 m.s.n.m, de una franja conservada ubicada en el predio Ciénaga del Municipio de Vetas, Santander, correspondiente al Páramo de Santurbán, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Esta franja objeto de estudio se corresponde con el Límite Superior del Bosque (LSB) en la zona de transición entre el Bosque Alto Andino y el Subpáramo. Algunas de las especies registradas en este estudio se correlacionan con la temperatura, en tanto que para otras se amplía el rango altitudinal. Con base en lo anterior, algunas de las especies de aves reportadas se candidatizan como ideales para futuros estudios enfocados a evaluar el efecto del calentamiento global en las aves de alta montaña en Santurbán.

## **1. Objetivos**

### **1.1. Objetivo General.**

Determinar la diversidad, estructura y variación estacional de la comunidad de aves de alta montaña en un remanente de bosque Alto-Andino-páramo en la vertiente occidental del Macizo de Santurbán, sector Ciénaga, municipio de Vetas, Santander, Colombia.

### **1.2. Objetivos Específicos.**

1. Estimar la riqueza de aves en el fragmento de bosque altoandino-páramo en el Macizo de Santurbán.
2. Determinar la composición de la avifauna a nivel de gremios tróficos en el área de estudio.
3. Correlacionar datos históricos de temperatura y pluviosidad con las abundancias relativas para las especies de aves registradas en el sitio de estudio.

## 2. Materiales y Métodos.

### 2.1.Fase de Campo.

**2.1.1.Área de Estudio.**La fase de campo se llevó a cabo en el Municipio de Vetas, en la Vereda El Salado, Predio Ciénaga (Figura 1), departamento de Santander, en un área de 1 km<sup>2</sup>. El Salado se ubica entre las altitudes de 3000 a 4200 m.s.n.m. Esta zona es una de las áreas más conservadas del Páramo de Santurbán, se caracteriza por presentar una transición entre el Bosque andino y el páramo. En cuanto a la vegetación de la zona se encuentran abundancia de Ericaceae, con géneros como Gaultheria, Vaccinium, Pernettya, Macleania y Bejaria; Asteraceae géneros Achyrocline, Ageratina, Bacharis, Diplostephium; la familia Hypericaceae con el género Hypericum; y la familia Rosaceae con los géneros Hesperomeles, Acaena, Hesperomeles, Lachemilla, y Solanaceae con géneros como Solanum, y Cestrum para la zona de transición entre el bosque alto andino y subparamo, y para el páramo variedad de los géneros de Espeletia. (Marin & Parra, 2015).

Algunos hábitats predominantes del sitio de estudio fueron bosque primario levemente intervenido, bosque secundario, potreros abiertos, ríos y quebradas y espacios aéreos.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del municipio de Vetás, Vereda el Salado, Santander Colombia.

Tomado de Google Earth

El predio Ciénaga se encuentra ubicado estratégicamente dentro de la unidad biogeográfica de Santurbán, cuyas características biogeográficas, históricas, relieve de tipo glacial, la composición de la flora, la fauna, clima, suelos y tipo de ecosistemas que se forma, la presencia de un complejo lagunar, humedales, turberas y drenajes, lo convierten en oferentes de servicios ambientales (Morales et al.2007).

**2.1.2. Redes de Niebla.** El estudio se desarrolló en un transecto de 1 km<sup>2</sup> “medida demostrada propicia para ecosistemas montanos y amazónicos (Terboggh et al., 1990; Poulsen y Krabbe 1988) entre los meses de Agosto y Diciembre del 2014, seis días por mes. La zona muestreada comprendió remanentes de ecosistemas de bosque andino, paramo y parches de subpáramo, es decir que el transecto abarco un gradiente altitudinal que fue desde los 3000 hasta los 3700 m.s.n.m.

Las partes más bajas en altura del cuadrante de estudio se caracterizó por tener gran variedad de vegetación con afluencia de quebradas y nacimientos de agua, este paisaje fue cambiando lentamente a medida que se ganaba en altura, presentándose vegetación más árida y arbustos más pequeños.

Los primeros tres días de cada mes de estudio fueron usados para realizar capturas de aves con 8 redes de niebla (12 m x2 m, 36mm ojo de malla) y avistamientos. Estas fueron ubicadas de tal forma que abarcaran el mayor número de ecotonos , 6 en total (Figura 3) a través del gradiente altitudinal alto-andino, paramo, subpáramo (Villareal et al., 2004)

Las redes fueron abiertas desde las 5:30 h y fueron cerradas a las 18:00 h obteniendo un esfuerzo de muestreo por el estudio de 184 .5 h en total. Todas las aves capturadas fueron pesadas, se les reviso el parche de incubación, protuberancia cloacal, registro fotográfico entre otros (Anexo 1)

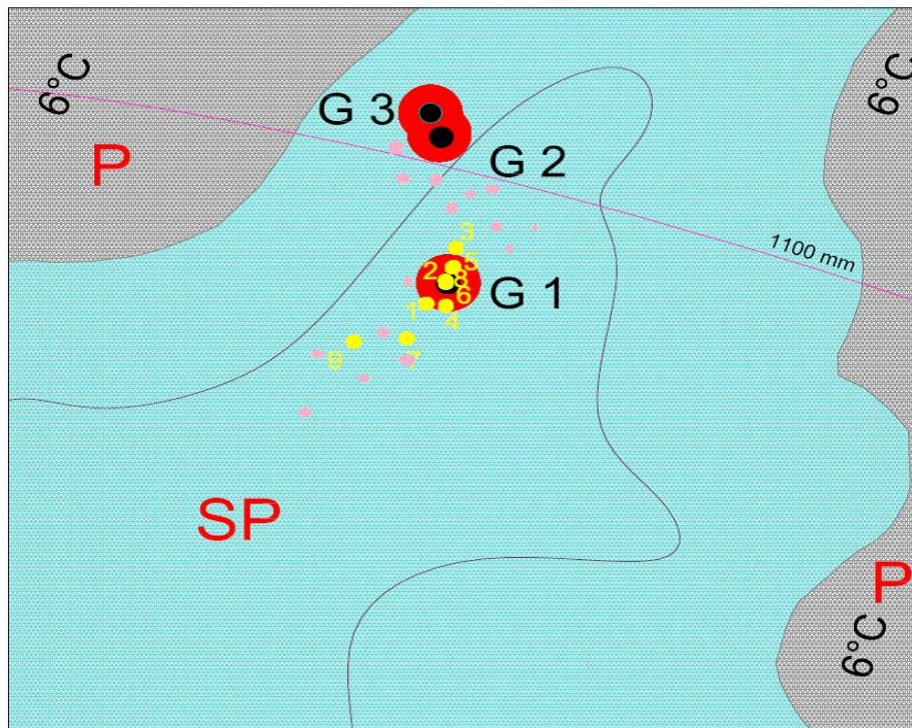
**2.1.3. Grabaciones de cantos de aves y Observación.** Las grabaciones de cantos de la comunidad de aves presentes en el área de estudio fueron tomados los otros tres días siguientes de cada mes de estudio por medio de una grabadora digital Marantz PMD620 Professional y un micrófono unidireccional Sennheiser ME67.

Dentro del transecto se realizaron registros auditivos durante 45 min, iniciando 15 min antes del amanecer (entre 05:30h y 05:45 h) con la finalidad de registrar aves nocturnas, crepusculares o diurnas y poco vocales. Los puntos de grabación de 45 min en los tres días se ubicaron en diferentes sitios (al menos 200 metros entre sí).




Adicionalmente se realizaron puntos de conteo, tres por día, en donde se grabaron 15 min de cantos y se tomaron datos de individuos observados dentro de un radio de 100 m. Estos puntos se iniciaron a grabar apenas finalizo el punto de grabación de 45 min y tuvieron una distancia de 100 metros entre sí. De igual modo se hicieron grabaciones no sistemáticas durante los días de grabación, donde se barrió el mayor número de ecotonos dentro y fuera del transecto.

Se acotaron datos de puntos donde fueron grabadas las aves o bandadas, hora del día, número de individuos/especie, sexo, tipo de hábitat usado y altura de forrajeo de las especies obtenidas.

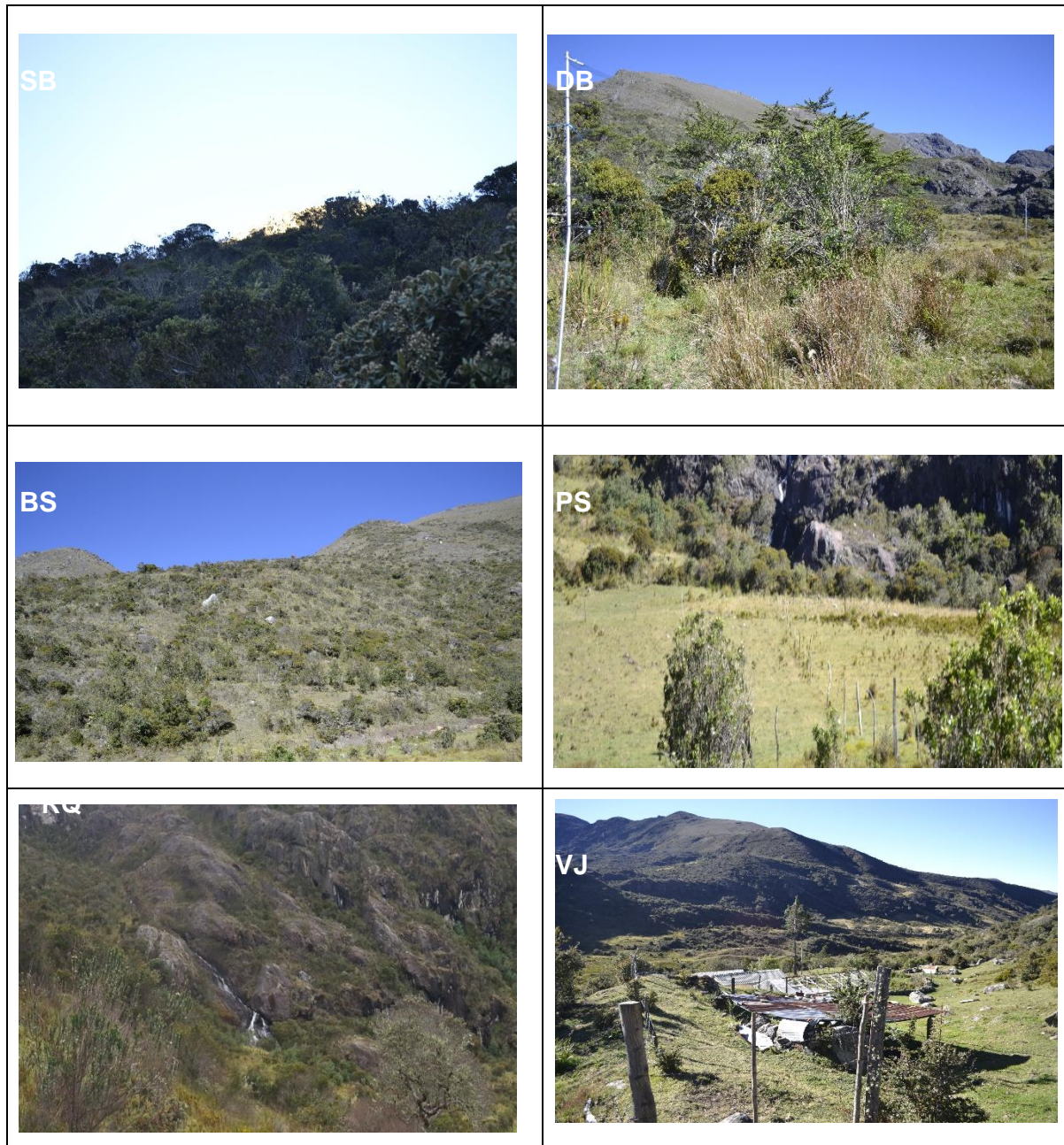
Para la identificación visual usamos la Guía de aves de Colombia (Hilty & Brown 1986) , (McMullan, et al., 2014) y para los registros auditivos usamos la base de datos Xeno canto [www.xeno-canto.org](http://www.xeno-canto.org) (2005-2011) y para la clasificación taxonómica .



DESCRIPCION / BIOMA	ALTURA MSNM	TEMPERATURA MEDIA C°	PRECIPITACION MEDIA mm/AÑO	AREA Ha	
SP	SUBPARAMO	3200-3800	8° C	1000-1500	4099.3
P	PARAMO	> 3800	6° C	1000-1200	2729.4
ISOYETAS					

-  Puntos de Grabaciones 45 min .
-  Puntos de grabaciones 15 min
-  Puntos de Redes de Niebla.

**Figura 2.** Ubicación de los puntos de niebla en el área, puntos de grabación de 45 min y 15 min en el área de estudio. Elaborado por el Ing. Julián Clavijo



**Figura 3.** Fotos de ecotonos observados en el área de estudio. **SB**=Sotobosque de bosque primario o poco intervenido; **DB**=dosel del bosque (estratos medios y superiores); **BS**=bosque secundario o fuertemente intervenido en donde los árboles del dosel original constituyen una minoría de los árboles presentes; **PS**=potreros abiertos con como máximo unos pocos árboles o arbustos esparcidos; **VJ**= vegetación cerca de casas, jardines; **RQ**=ríos y quebradas.

## 2.2. Fase de Laboratorio.

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

La organización y sistematización para la construcción de la base de datos para el análisis estadístico se tomó como referencia la guía del Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal et al., 2004) .

### 2.3. Análisis de datos.

**2.3.1. Riqueza de especies.** Para el análisis de la riqueza de especies se utilizó el programa EstimateS, encontrado en línea por medio del siguiente link <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateSRegistration.htm> .

Este programa es utilizado para realizar curvas de acumulación de especies, obteniendo una buena predicción de los datos obtenidos en estudios de riqueza. Se realizó la curva de acumulación de especies correspondientes a los datos hallados en el sitio de estudio.

A continuación los datos obtenidos en el programa EstimateS fueron analizados en el programa STATISTIC v.7 . El modelo matemático usado utiliza la ecuación de Clench , esta es su expresión :

$$E(S) = \frac{a x}{1 + bx}$$

En esta ecuación el valor de **a** significa la tasa de incremento de las nuevas especies al comenzar el inventario y **b** es un parámetro relacionado con la forma de la curva (Moreno C. , 2001; Jimenez-Valverde & Hortal, 2003).

**2.3.2. Estimación de la riqueza de especies de aves del sitio de estudio con R (Extrapolación).** Para realizar comparaciones de la riqueza de especies entre los diferentes meses de muestreo, se estandarizaron las muestras a un solo valor. Basándonos en nuestra muestra observada de riqueza de especies, por medio del programa R (iNEXT), usamos la curva de extrapolación, la cual es una curva de acumulación de especies esperada con respecto al tamaño de la muestra obtenida en el estudio, que nos permite ver las diferencias de riqueza entre las diferentes riquezas de los 5 meses de estudio (Chao y Chui, 2016).

**2.3.3. Estimación de la cobertura del muestreo con R.** Para ver si los muestreos durante los meses de estudios fueron satisfactorios, por medio de la plataforma R iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation), la cual está disponible en CRA y también en el sitio web de Anne Chao; evaluamos la cobertura de los muestreos. Estandarizamos las muestras haciendo coincidir la cobertura de muestra basada en rarefacción o extrapolación a un nivel objetivo de muestra. Estos nos permitieron hacer comparaciones justas de muestras igualmente completas. Esta curva de rarefacción y extrapolación basada en la cobertura representa un estimador de la curva de acumulación de especies basada únicamente en la muestra (Chao y Jost 2012).

**2.3.4. Análisis de diversidad.** La diversidad alfa ( $\alpha$ ) fue analizada a la luz de la riqueza y estructura de la comunidad de aves de estudio a través de los índices Chao 2 y Jackknife de 2do Orden. Estos índices son estimadores-no paramétricos en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y nos los ajusta a un modelo determinado. Solo requieren datos de presencia y ausencia.

**Chao 2**

El estimador Chao2, es un estimador que se basa en incidencia. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas y especies duplicadas (Chao et al., 2005; Espinosa, 2003).

**Jacknife de 2do Orden**

El estimador Jacknife de 2do Orden se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestra. Para analizar la estructura de la comunidad aviar usamos los índices de dominancia Simpson & Berger- Parker , estos parámetros son inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Ellos toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución de la demás especies.

**Índice de Simpson**

El índice de Simpson tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. Muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma.

**Índice de Berger- Parker**

El índice de Berger-Parker tiene en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentra distribuidas. Un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento de la equidad y una disminución de la dominancia (Magurran, 1988).

**Índice de Shannon-Wiener**

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Para evaluar la uniformidad de la comunidad de aves del sitio de estudio usamos el índice de equidad Shannon-Wiener encargado de expresar la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

### 2.3.5. Gremios tróficos.

Para la identificación de los gremios tróficos de la comunidad de aves del sitio de estudio usamos la clasificación de gremios de (Córdoba-Córdoba, 2016) (Tabla 1) la cual ha sido aplicada en ecosistema de alta montaña como bosques alto-andinos. Usamos la guía de aves de Colombia Hilty & Brown, así como datos tomados en el sitio de estudio de las aves observadas.

**Tabla 1.**

*Gremios tróficos según Cordoba-Cordoba (2016) para ecosistemas de alta montaña.*

<b>GREMIOS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
IP	Insectos e invertebrados pequeños
IV	Insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños .
V	Vertebrados más grandes
C	Carroña.
P	Peces.
F	Frutos.
S	Semillas.
VEG	vegetación acuática
N	Néctar .

**2.3.6. Variación estacional de la comunidad de aves .** Para estimar la variación estacional en la comunidad de aves de estudio se realizó comparaciones de la lista de especies tomada de registro visual, cantos y capturas de cada mes de muestro, esta fue dividida en especies residentes y migratorias según (Remsen et al., 2014). Además se tuvo en cuenta la permanencia de las especies residentes con la finalidad de identificar posibles variaciones estacionales (Herzog et al.,2003). Asimismo evaluamos el índice de correlación de Pearson entre la (pluviosidad y las abundancias de cada especie) y (Temperatura y abundancias de cada especie) (IDEAM 2015), a través de los cinco meses de estudio, con el objetivo de ver si los factores ambientales probablemente se estén correlacionando con la abundancia estacional de las especies aviares encontradas en el predio Ciénaga.

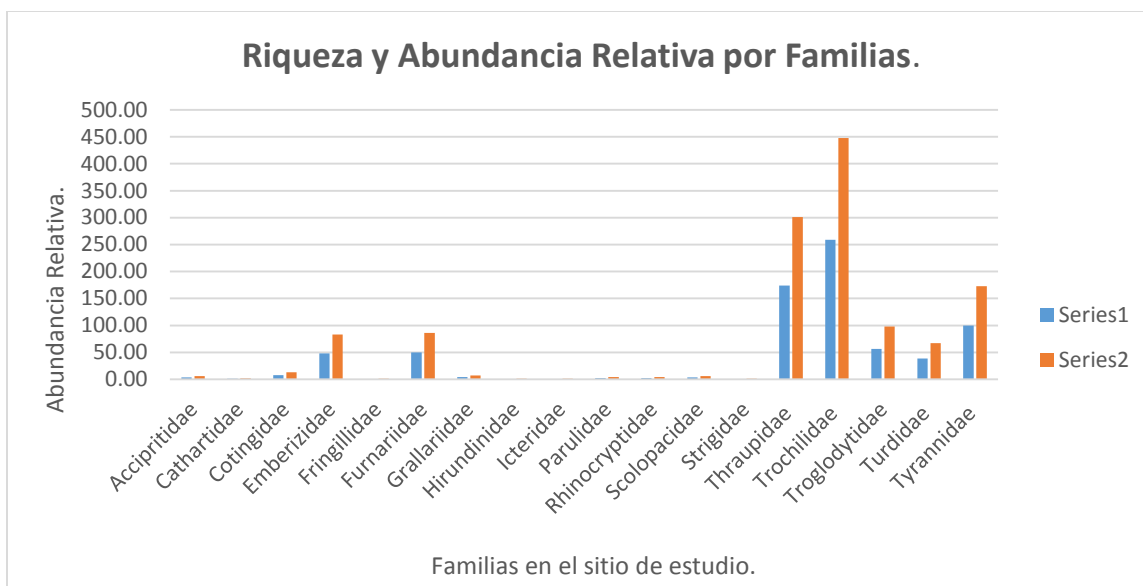
### 3. Resultados.

#### 3.1. Riqueza de especies y estados de amenaza.

Para la comunidad aves estudiadas en el área de estudio del proyecto se encontraron en total 68 especies de aves reunidas en 18 familias. Las familia más representativas fueron Trochilidae ( 18 especies ), Thraupiae ( 12 especies ) , Tyrannidae ( 9 especies ) y Furnariidae ( 8 especies ). Para las familias Cathartidae, Scolopacidae, Stringidae , Rhinocryptidae , Hirundinidae, Trogloditidae, Turdidae, Icteridae y Fringilidae solo registramos una especie. Las familias con mayor abundancia relativa (Tabla 2) fueron Trochilidae ( 34.41), Thraupidae ( 23.12), Tyrannidae (13.29), Trogloditidae (7.53), Furnariidae (6.61), Emberizidae (6.37) y Turdidae (5,15); las familias restantes tuvieron una abundancia relaiva menores a 1%. Las especies con mayor abundancia relativa (Tabla 3) fueron *Diglossa humeralis* ( 11.67) , *Troglodytes aedon* ( 7.53) , *Lesbia victoriae* ( 6.99) , *Aglaeactis cupripennis* (5.91), *Turdus fuscater* ( 5.15) , *Colibri coruscans* ( 4.76), *Astenes fuliginosa* (4.15); las especies restantes tuvieron abundancias relativas menores a 4 %.

**Tabla 2.***Abundancias relativas por familias.*

<b>Total organismos</b>	<b>Abundancia Relativa por familia %</b>	<b>Familia.</b>
6	0.46	Accipritidae
2	0.15	Cathartidae
13	1	Cotingidae
83	6.37	Emberizidae
1	0.08	Fringillidae
86	6.61	Furnariidae
7	0.54	Grallariidae
1	0.08	Hirundinidae
1	0.08	Icteridae
4	0.31	Parulidae
4	0.31	Rhinocryptidae
6	0.46	Scolopacidae
1	0.08	Strigidae
301	23.12	Thraupidae
448	34.41	Trochilidae
98	7.53	Troglodytidae
67	5.15	Turdidae
173	13.29	Tyrannidae



**Figura 4.** Abundancia relativa y Riqueza por familias. La serie azul corresponde a las abundancias relativas de las familias y la serie roja corresponde a la riqueza de las familias en los meses de estudio.

**Tabla 3.**

*Abundancias relativas por especies.*

Total organismos	Abundancia relativa por especie	Especie
2	0.15	<i>Vultur grypus</i>
1	0.08	<i>Buteo albigula</i>
5	0.38	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
6	0.46	<i>Gallinago nobilis</i>
1	0.08	<i>Glaucidium jardinii</i>
77	5.91	<i>Aglaeactis cupripennis</i>
40	3.07	<i>Chalcostigma heteropogon</i>
62	4.76	<i>Colibrí coruscans</i>
38	2.92	<i>Oxypogon guerinii</i>
91	6.99	<i>Lesbia victoriae</i>
26	2	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>
13	1	<i>Eriocnemis vestita</i>
10	0.77	<i>Adelomyia melanogenys</i>
27	2.07	<i>Pterophanes cyanopterus</i>
11	0.84	<i>Eutoxeres aquila</i>

---

6	0.46	<i>Eriocnemis mosquera</i>
2	0.15	<i>Eriocnemis cupreovertris</i>
6	0.46	<i>Ramphomicron microrhynchum</i>
10	0.77	<i>Ocreatus underwoodii</i>
7	0.54	<i>Coeligena torquata</i>
1	0.08	<i>Coeligena helianthea</i>
7	0.54	<i>Heliangelus amethysticollis</i>
14	1.08	<i>Metallura tyrianthina</i>
2	0.15	<i>Grallaria ruficapilla</i>
5	0.38	<i>Grallaria quitensis</i>
4	0.31	<i>Scytalopus griseicollis</i>
2	0.15	<i>Premnoplex brunnescens</i>
1	0.08	<i>Synallaxis unirufa</i>
54	4.15	<i>Asthenes fuliginosa</i>
14	1.08	<i>Margaronis squamiger</i>
5	0.38	<i>Leptasthenura andicola</i>
4	0.31	<i>Cinclodes albidiventris</i>
5	0.38	<i>Dendrocincla tyrannina</i>
1	0.08	<i>Asthenes flammulata</i>
14	1.08	<i>Myiotheretes striaticollis</i>
4	0.31	<i>Elaenia frantzii</i>
1	0.08	<i>Hemitriccus granadensis</i>
51	3.92	<i>Mecocerculus leucophrys</i>
2	0.15	<i>Zimmerius chrysops</i>
1	0.08	<i>Myiophobus flavicans</i>
31	2.38	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>
30	2.3	<i>Ochthoeca fumicolor</i>
39	3	<i>Phyllomyias uropygialis</i>
1	0.08	<i>Ampelion rubrocristatus</i>
12	0.92	<i>Pipreola riefferii</i>
1	0.08	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>
98	7.53	<i>Troglodytes aedon</i>
67	5.15	<i>Turdus fuscater</i>
152	11.67	<i>Diglossa humeralis</i>
18	1.38	<i>Conirostrum rufum</i>
14	1.08	<i>Geospizopsis unicolor</i>
11	0.84	<i>Catamenia inornata</i>
52	3.99	<i>Anisognathus igniventris</i>
6	0.46	<i>Tangara vassorii</i>
37	2.84	<i>Dubusia taeniata</i>
1	0.08	<i>Diglossa lafresnayii</i>
4	0.31	<i>Diglossa cyanea</i>

3	0.23	<i>Pseudospingus verticalis</i>
1	0.08	<i>Catamenia homochroa</i>
2	0.15	<i>Catamblyrhynchus diadema</i>
64	4.92	<i>Zonotrichia capensis</i>
2	0.15	<i>Atlapetes albofrenatus</i>
15	1.15	<i>Atlapetes pallidinucha</i>
2	0.15	<i>Atlapetes schistaceus</i>
2	0.15	<i>Myioborus ornatus</i>
2	0.15	<i>Leiothlypis peregrina</i>
1	0.08	<i>Sturnella magna</i>
1	0.08	<i>Sporagra spinescens</i>

Según la vulnerabilidad y las distintas amenazas, (Renjifo, et al., 2014, IUCN 2015, <http://www.iucnredlist.org/>) ha establecido un sistema de categorías para evaluar el estado de conservación de las especies. Se refiere al riesgo de extinción o el grado de deterioro de la poblacional de las especies en estado silvestre.

#### Tabla 4.

*Especies en alguna categoría de amenaza.*

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Categoría
Cathartidae	<i>Vultur</i>	<i>grypus</i>	Cóndor de los Andes	NT
Scolopacidae	<i>Gallinago</i>	<i>nobilis</i>	Caica paramuna	NT
Trochilidae	<i>Eriocnemis</i>	<i>cupreovertris</i>	Paramerro cobrizo	NT

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Tres especies fueron encontradas en categoría de casi amenaza para la zona de investigación (Tabla 4) . El cóndor de los Andes *Vultur grypus* fue visto sobrevolando en solitario en los meses de Octubre época de lluvias en Santurbán y en Diciembre época seca. El Caica paramuna *Gallinago nobilis* se vio forrajeando en solitario cerca de las charcas y quebradas del predio Ciénaga en los meses de Septiembre, Noviembre y Diciembre. Finalmente el paramero cobrizo *Eriocnemis cupreovertris* .

Adicionalmente hallamos en nuestra lista 1 especie endémica (*Oxypogon guerini* ) quien fue atrapado en la redes en los meses de Agosto y Septiembre y escuchado durante todos los meses de muestreo y 4 especies casi endémicas para la zona de estudio (*Chalcostigma heteropogon*, *Eriocnemis mosquera*, *Coeligena helianthea*, y *Conirostrum rufum*).

### **Curva de acumulación de especies del estudio de la comunidad de aves**

Para evaluar la calidad del muestreo se revisó el ajuste a la función de Clench, según el modelo propuesto la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentara conforme se aumente los muestreos.

Los resultados obtenidos para el ajuste del modelo de Clench indica un  $R=0.993$  y un coeficiente de determinación  $R^2=0.9864$  muy cercano a 1, indicando un buen ajuste al modelo. Los parámetros de la función  $a=18.058$  y la función  $b=0,241$ . Por lo tanto el modelo obtenido fue:

$$E(S) = \frac{a x}{1 + bx}$$

$$E(S) = \frac{18.058 x}{1 + 0,241 x}$$

$$E(S) = (18.058 \cdot x)/(1 + 0,241 \cdot x)$$

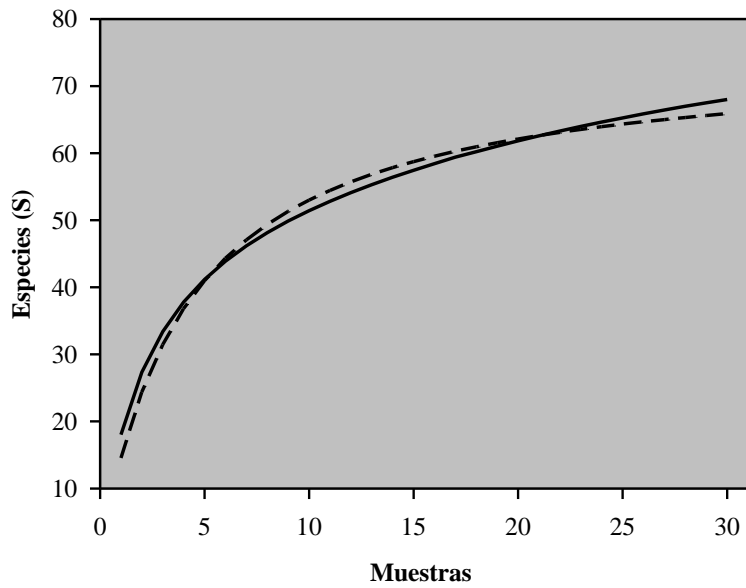
Se Procedió a calcular la pendiente al final de la curva para evaluar la calidad del muestreo. Para Clench la pendiente en un punto n es igual a. Aplicamos la expresión de la derivada de la ecuación de Clench:

$$\Delta(S) = \frac{a}{(1 + b \cdot S)^2}$$

Remplazamos los valores obteniedo

$$S_{Obs}/(a/b) = 68/(18.058/0,241)$$

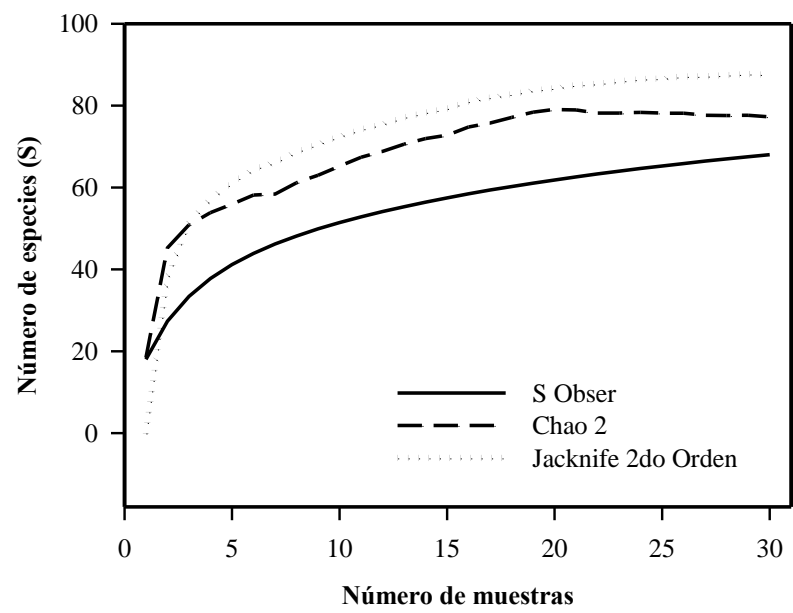
$$S_{Obs}/(a/b) = 0.9075 = 90.75$$



**Figura 5.** Ajuste del modelo de Clench a la curva de acumulación de especies del muestreo de aves. La línea continua corresponde a la curva de acumulación de especies y la línea discontinua al ajuste del modelo de Clench.

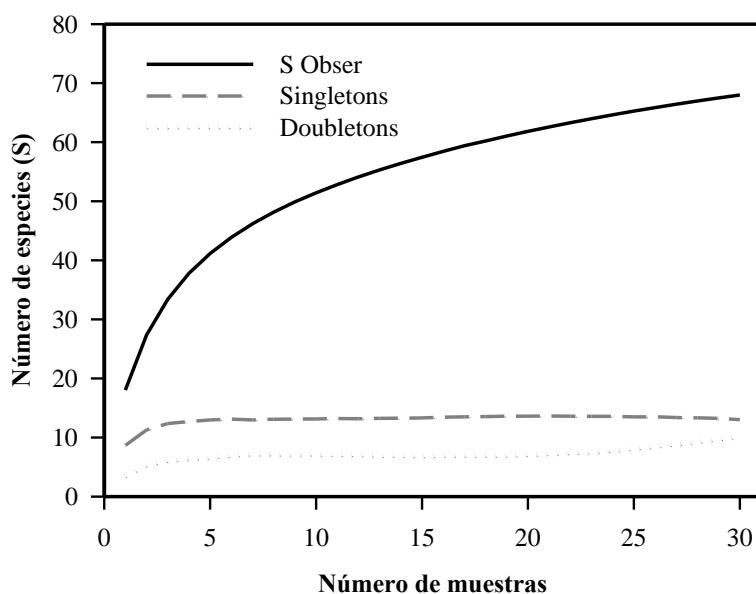
### **3.2. Análisis de diversidad.**

#### **3.2.1. Análisis de diversidad usando los índices no paramétricos Chao 2 & Jackknife 2.**



**Figura 6.** Curvas de acumulación de especies de los muestreos de aves, usando métodos no paramétricos (Chao 2 y Jacknife de segundo Orden).

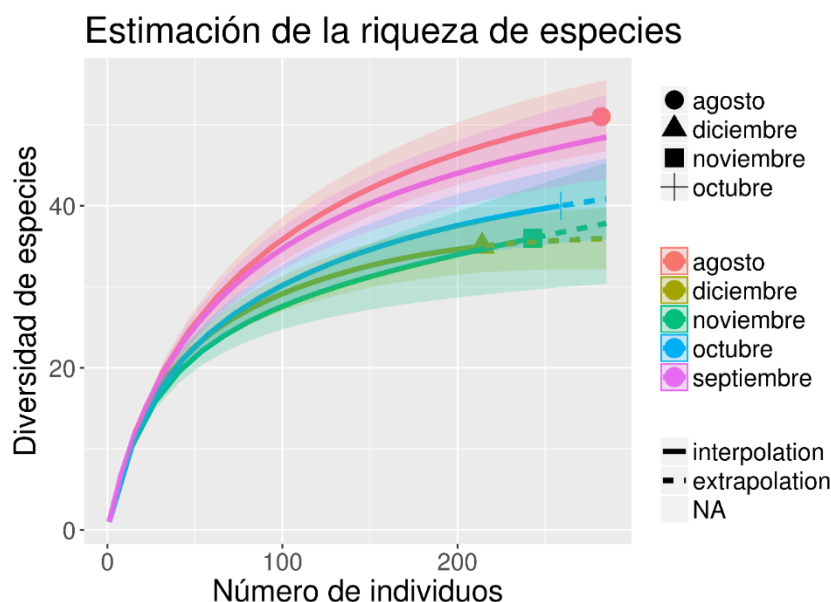
La curva arrojada del comportamiento de los estimadores no paramétricos Chao 2 y Jacknife de segundo Orden (Figura 5 ) en la comunidad de aves de la zona del macizo de Santurbán, Municipio de Vetas muestran un comportamiento asintótico , es decir que se están saturando en cuanto al número de especies de aves al final de los muestreos en un rango cercano al de las especies que fueron observada en el estudio. A pesar que de que el número de especies estimado por Chao 2 y y Jacknife 2 no se encuentra a la par de las especies observadas, podemos decir que las curvas de los estimadores no se encuentra muy separada de la curva de las especies observadas, lo que nos permite inferir que tenemos un inventario satisfactorio, sin embargo que no se llegó a conocer todas las aves de la zona de estudio.



**Figura 7.** Curvas de acumulación de singletons y doubletones (especies raras) en relación al aumento del esfuerzo de muestreo.

La curva de singletons y doubletones de la comunidad de especies de aves (Figura 6) de la zona de estudio están mostrando un comportamiento de aumento del número de las especies raras en un principio del muestreo. A medida que pasan los días de muestreo las especies raras se mantienen estables en el estudio, mostrando un comportamiento no asintótico o tendiendo a descender al final de la investigación. A diferencia de los doubletones quienes al final de la investigación están mostrando una leve tendencia a aumentar. Este resultado nos indica que probablemente no se ha conseguido un muestreo satisfactorio a pesar de que a lo largo de la investigación no están aumentando las especies raras.

**3.2.2. Estimación de la riqueza de especies de aves del sitio de estudio por medio de la plataforma R , paquete Inext (iNterpolation and EXTrapolati3n).** Para complementar los análisis de riqueza de la comunidad de aves del sitio de estudio por medio de la plataforma R, paquete Inext ( iNterpolation and EXTrapolation ) realizamos una estimación de la riqueza para cada mes de estudio, estandarizando las muestras de cada mes a 350 individuos (diversidad\_extrapolation). Esto nos permite hacer comparaciones justas entre la diversidad alfa en los meses de muestreo con muestras igualmente completas.



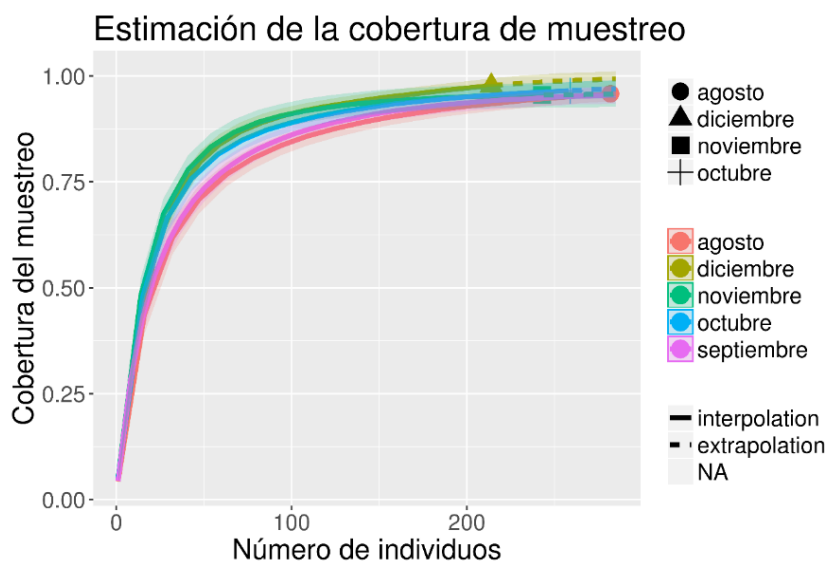
**Figura 8.** Curva de extrapolación de la comunidad de aves del predio Ciénaga. Enrarecimiento basado en el tamaño de la muestra (líneas continuas) y extrapolación (Líneas discontinuas). Curva de muestreo con intervalo de confianza del 95% (basada en el método bootstrap con 200 repeticiones) comparando la riqueza de los 5 meses de muestreo en el Predio Ciénaga, en el Municipio de Vetás. Las muestras observadas se indican con el círculo, triángulo, cuadrado, y la cruz. La extrapolación se extiende hasta un tamaño de muestra máximo de 350.

La curva de Estimación de riqueza de especies por medio de la extrapolación (Fig 8), es decir medido a través de muestras iguales de población de individuos (350) en los 5 meses, nos está

mostrando que el mes de agosto tuvo una mayor riqueza de especies, seguidamente de septiembre. Los meses con menos riquezas de especies fueron octubre, noviembre y diciembre respectivamente.

### 3.2.3. Estimación de la cobertura del muestreo por medio de la plataforma R paquete

**Inext.** Para saber si el muestreo hecho durante los meses de estudio fue satisfactorio, realizamos por medio de R, paquete Inext, cobertura del muestreo, estandarizando el número de individuos en 285 (individuos promedios en los meses de estudio) para los 5 meses.



**Figura 9.** Estimación de la cobertura del muestreo. Muestreo de rarefacción (líneas continuas) y extrapolación (líneas discontinuas) basado en la cobertura del muestreo, con intervalos de confianza del 95 % (basado en el método bootstrap con 200 repeticiones) comparando la riqueza de los 5 meses de muestreo. Las muestras observadas se indican con el círculo, el triángulo, cuadrado y cruz. La extrapolación se extiende hacia el valor de la cobertura máxima correspondiente a 285.

Las 5 muestras analizadas (5 meses de estudio) arrojaron una cobertura de muestreo superior al 95% (Fig 9), mostrándonos que el muestreo realizado en el Predio Ciénaga-Vetas logro registrar

casi todas las especies que se podrían encontrar en la zona de estudio. Indicándonos que el muestreo fue satisfactorio.

### 3.2.4. Análisis de la estructura de la comunidad de aves usando los índices de abundancia proporcional: Índices de dominancia Simpson & Berger Parker .

**Tabla 5.**

*Índices de dominancia Simpson & Berger Parker del área muestreada.*

Muestra\índice	Riqueza (S)	Abundancia	Dominancia		
			Dominancia (D)	Simpson (1-D)	Berger-Parker
Total	68	1302	0.0468	0.953	0.117

La dominancia de la comunidad de aves del macizo de Santurbán, Municipio de Vetas, según los resultados arrojados por el índice de Simpson 0.953 y Berger –Parker 0.117, mostro ser baja, es decir que la probabilidad de tomar dos individuos al azar en la comunidad de aves estudiada y que ambos correspondan a la misma especies son bajas.

### 3.2.5. Análisis de la uniformidad de la comunidad de aves usando los índices de equidad Shannon – Wiener.

**Tabla 6.**

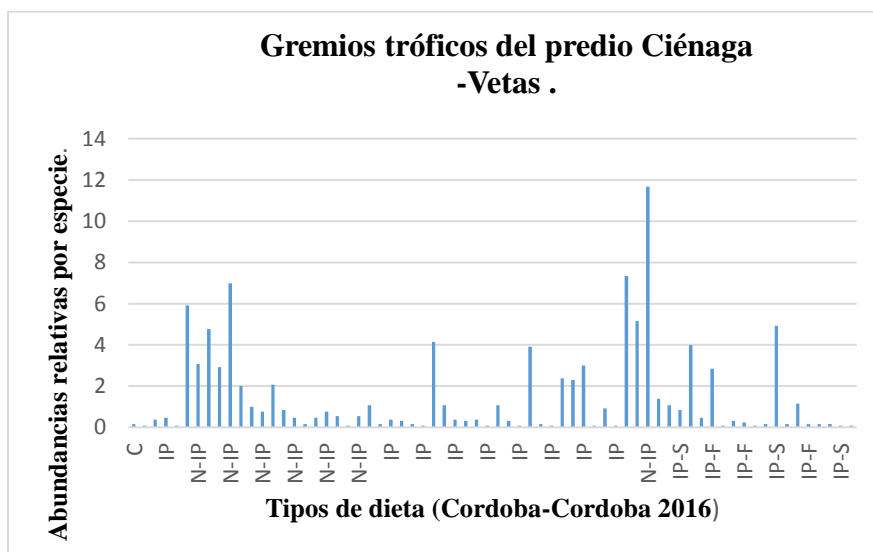
*Índice de equidad Shannon – Wiener para el área de estudio.*

Muestra\índice	Riqueza (S)	Abundancia	Diversidad Shannon (H)	Uniformidad Equidad (J)
Total	68	1302	3.43	0.8129

Los índices evaluados en esta sección tienen en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniforme se encuentra distribuida en la comunidad estudiada.

El índice de Shannon-Wiener indica que tan uniforme están representadas las especies (en abundancia), teniendo en cuenta las especies muestreadas. En esta investigación el valor de Shannon fue de 3.43, indicándonos que la comunidad del macizo de Saturban, Municipio de Vetas se está comportando como una comunidad diversa. Así mismo el valor del índice de Equidad, al ser cercano a 1 representa condiciones hacia especies abundantes y no dominancia de otras especies.

### 3.3.Gremios tróficos.



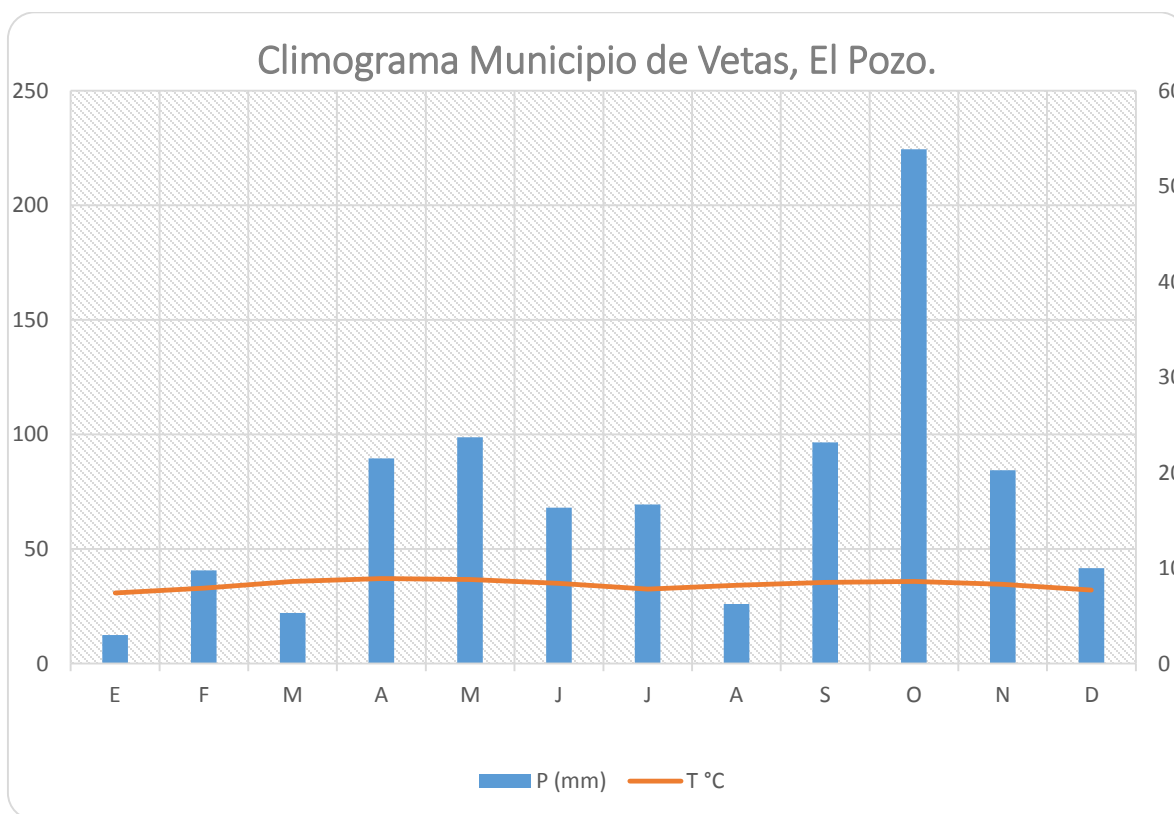
## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

**Figura 10.** Número de especies para cada uno de los 12 grupos tróficos reportados.

Las categorías corresponden a: 1) Insectos e invertebrados pequeños (IP), 2) Insectos, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños (IV), 3) Vertebrados más grandes (V), 4) Carroña (C), 5) Peces(P), 6)Frutos (F), 7) Semillas (S), 8) Vegetación acuática(VEG), 9) consumidores de néctar (N) (Córdoba-Córdoba, 2016).

El grupo trófico más sobresaliente en abundancias relativas en el estudio fueron los consumidores de Insectos pequeños (IP), seguidamente de los consumidores de néctar se alimentan de frutas (F), (v) y semillas. Solo una especie del estudio se alimenta de carroña, y tres especies más solo se alimentan de vertebrados más grandes (V). Ninguna especie registrada en la investigación se alimenta de peces (P), ni de vegetación acuática (VEG).

### 3.4.Variación estacional de la comunidad de aves.



## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

**Figura 11.** Climograma de la estación Climatográfica El Pozo, en el Municipio de Vetas, Departamento de Santander. Altura 3220 m.s.n.m. (IDEAM 2015).

La zona estudiada, en el Macizo de Santurbán, Municipio de Vetas, ubicada específicamente en la vereda el Salado, en el predio Ciénaga de la Corporación autónoma regional para la meseta de Bucaramana, con sus siglas CDMB, situada en un gradiente altitudinal que parte desde los 3000 hasta los 4200 m.s.n.m, comprende vegetación que cambia a medida que se sube en altura. En la zona de estudio se puede apreciar una transición del bosque alto andino pasando por subpáramo con arbustos de mediano tamaño y paramo con espeletias y pastizales. El área del predio es de 506.33 hectáreas de las cuales la mayor parte presenta un relieve elevado y escarpado.

La zona de estudio en el año donde se tomaron los datos (2014) presentó una temperatura media anual de 8.25 °C y una precipitación total anual de 874.2 mm. Como se aprecia en el Climograma (Figura 10). Los meses de mayor pluviosidad fueron Abril, Mayo, Septiembre y Octubre mostrando dos estaciones de lluvias durante todo el año. Las temperaturas menores se presentaron en los meses de Diciembre, Enero y Febrero (IDEAM 2015).

Analizamos todas las listas (cantos, redes de niebla, observación por binoculares) de especies de aves recogidas durante los meses de estudio y miramos la permanencia de las especies residentes durante el periodo del mes de Agosto hasta Diciembre del 2014, esto con el fin de identificar patrones de movilidad de las aves según la época de año en la zona estudiada (Anexo 2).

Para ver una posible relación entre las abundancias de cada una de las especies encontradas en el sitio de estudio y las variables ambientales, como temperatura y pluviosidad de la zona,

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

correlacionamos, por medio del índice de correlación de Pearson, la temperatura y las lluvias con las abundancias relativas de cada especie (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Índice de Correlación lineal de Pearson entre abundancias relativas de las especies muestreada y la pluviosidad m.m registrada y Temperaturas T °C en los 5 meses de muestreo.*

<i>Correlación</i>			
<b>Especies</b>	<b>Meses/Pluviosidad m.m</b>	<b>Meses /T °C</b>	<b>Exclusivo.</b>
<i>Vultur grypus</i>	0.45	-0.29	Exc
<i>Buteo albigula</i>	-0.07	0.06	
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	-0.07	0.5	Exc
<i>Gallinago nobilis</i>	-0.36	-0.36	Exc
<i>Glaucidium jardiinii</i>	0.01	0.38	
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	0.11	0.77	
<i>Chalcostigma heteropogon</i>	-0.25	0.17	Exc
<i>Colibrí coruscans</i>	0.5	0.43	
<i>Oxygogon guerinii</i>	-0.78	-0.66	Exc
<i>Lesbia victoriae</i>	0.64	0.52	Exc
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	-0.07	-0.59	
<i>Eriocnemis vestita</i>	0.12	0.57	
<i>Adelomyia melanogenys</i>	-0.01	0.5	
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	-0.4	-0.01	Exc
<i>Eutoxeres aquila</i>	0.08	0.47	
<i>Eriocnemis mosquera</i>	-0.38	-0.2	
<i>Eriocnemis cupreiventris</i>	-0.71	-0.81	
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	-0.96	-0.82	
<i>Ocreatus underwoodii</i>	0.39	0.71	
<i>Coeligena torquata</i>	-0.71	-0.7	
<i>Coeligena helianthea</i>	-0.49	-0.1	
<i>Heliangelus amethysticollis</i>	-0.34	-0.1	
<i>Metallura tyrianthina</i>	-0.45	-0.87	
<i>Grallaria ruficapilla</i>	-0.49	-0.1	
<i>Grallaria quitensis</i>	-0.07	0.5	

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

<i>Scytalopus griseicollis</i>	0.01	0.38	
<i>Premnoplex brunnescens</i>	-0.49	-0.1	
<i>Synallaxis unirufa</i>	-0.49	-0.1	
<i>Asthenes fuliginosa</i>	0.17	-0.41	Exc
<i>Margaronis squamiger</i>	-0.24	0.03	
<i>Leptasthenura andicola</i>	-0.1	-0.76	Exc
<i>Cinclodes albidiventris</i>	0.01	0.38	Exc
<i>Dendrocincla tyrannina</i>	0.01	-0.5	
<i>Asthenes flammulata</i>	0.01	0.38	Exc
<i>Myiotheretes striaticollis</i>	-0.26	-0.58	
<i>Elaenia frantzii</i>	0.01	0.38	
<i>Hemitriccus granadensis</i>	-0.49	-0.1	
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	0.87	0.9	
<i>Zimmerius chrysops</i>	-0.39	0.23	
<i>Myiophobus flavicans</i>	0.93	0.54	
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	0.76	0.56	
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-0.27	-0.3	
<i>Phyllomyias uropygialis</i>	0.4	0.06	
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	-0.07	0.06	
<i>Pipreola riefferii</i>	0.14	0.6	
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	-0.49	-0.1	
<i>Troglodytes aedon</i>	-0.29	0.16	
<i>Turdus fuscater</i>	-0.98	-0.82	
<i>Diglossa humeralis</i>	0.2	0.81	Exc
<i>Conirostrum rufum</i>	0.47	0.73	
<i>Phrygilus unicolor</i>	0.19	0.6	
<i>Catamenia inornata</i>	-0.38	0.12	
<i>Anisognathus igniventris</i>	-0.38	-0.03	
<i>Tangara vassorii</i>	-0.5	-0.02	
<i>Dubusia taeniata</i>	-0.37	-0.1	
<i>Diglossa lafresnayii</i>	0.93	0.54	
<i>Diglossa cyanea</i>	-0.5	0.03	
<i>Hemispingus verticalis</i>	-0.49	0.1	
<i>Catamenia homochroa</i>	0.01	0.38	
<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	0.01	0.38	Exc
<i>Zonotrichia capensis</i>	-0.31	0.33	
<i>Atlapetes albofrenatus</i>	-0.49	-0.1	
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	-0.07	0.5	
<i>Atlapetes schistaceus</i>	-0.39	0.23	
<i>Myioborus ornatus</i>	-0.05	0.36	
<i>Leiothlypis peregrina</i>	0.01	0.38	
<i>Sturnella magna</i>	-0.49	-0.1	
<i>Sporagra spinescens</i>	0.93	0.54	

Comparamos las especies de la lista de las especies exclusivas del páramo propuestas por Cordoba-Cordoba 2016, con nuestra lista de especies. Así mismo analizamos el índice de correlación de Pearson para cada especie exclusiva del páramo encontrada en nuestro estudio con la temperatura y la pluviosidad medias del año de estudio.

Observamos que las abundancias relativas de la especie *Aglaeactis cupripennis* se está relacionando significativamente con la temperatura (0.77). Así mismo la especie *Diglossa humeralis* (0.81). Otra especie que vale la pena resaltar es *Mecocerculus leucophrys*, quien se correlaciono con la pluviosidad (0.87) y con la temperatura (0.90).

Estos resultados nos hace pensar que probablemente las abundancias de estas 3 especies exclusivas del ecosistema de paramo se están correlacionando con estos dos factores ambientales. Además se puede considera que estas estas tres especies podrían posiblemente ser las más sensibles en el escenario del aumento de la temperatura por efectos del cambio climático.

Adicionalmente observamos en nuestro estudio que 5 especies de nuestra lista de especies ampliaron su rango altitudinal en un rango de 700 a 1200 m. Comparamos los rangos altitudinales de estas especies en 3 libros de aves de Colombia (Hilty & Brown , 1988; (McMullan *et al.*2014; Quiñones, 2018) con nuestros hallazgos. Ademas de eso, observamos sus correlaciones con la temperatura correspondientemente (Tabla 8).

**Tabla 8.**

*Ampliación de rango altitudinal y correlación con la temperatura.*

<b>Especie</b>	<b>Hilty &amp; Brown 1986</b>	<b>McMullan et al. 2014</b>	<b>Ayerbe 2018</b>	<b>En sitio estudio</b>	<b>Correlación T°</b>
<i>Ocreatus underwoodii</i>	1500 a 2500	1200 a 2600	1000 a 2700	3400	0.71
<i>Eutoxeres aquila</i>	Hasta 1400	2400	2300	3400, 3650	0.47
<i>Zimmerius chrysops</i>	300 a 2400	1200 a 2400	500 a 2500	3400	0.23
<i>Myiophobus flavicans</i>	1500 a 2700	1500 a 2800	1500 a 2700	3400, 3650	0.54
<i>Atlapetes albofrenatus</i>	1000 a 2500	1400 a 2500	1400 a 2700	3400	-0.1

## 4. Discusión.

### 4.1. Riqueza de especies e Índices de diversidad.

La riqueza obtenida en el presente estudio para la altitud considerada de 3000 a 37000 m.s.n.m. se comparó con el informe de (Estela 1988 ), realizado en el tres localidades del páramo de Santurbán, entre las alturas de 3300 a 3700 m.s.n.m. Teniendo en cuenta que el informe se realizó en el mismo páramo, a alturas similares, nuestra investigación arrojo una mayor riqueza de especies. De igual manera la familia más representativa para los dos investigaciones fue Trochilidae.

También hicimos comparaciones con investigaciones en dos páramos de la Cordillera Oriental ( La reserva del bosque Oriental de Bogotá **BOBPFR** y el páramo de Rusia), donde se analizó un rango altitudinal cercano al de nuestro trabajo . La riqueza obtenida en nuestro estudio fue mayor. La familia más representativas concuerdan con los tres estudios en los tres diferentes páramos ( Trochilidae). (Peraza 2011; Ortegón y Martínez 2013).

Nuestra curva de acumulación de especie, el número de especies observado alcanzo la asíntota, demostrando que el inventario realizado en la zona fue satisfactorio con el número esperado de especies predichas por el modelo de Clench. Por otro lado la curva de los estimadores Chao2 y Jackknife 2 no coincidieron perfectamente con la curva de las especies observadas, sin embargo las curvas no están muy separadas entre sí, lo que nos indica que falta incluir algunas otras especies a nuestra lista. En el PPN el Cocuy por el contrario mostro que aún faltan datos de especies para

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

alcanzar la asíntota para la curva de acumulación de especies. El índice Chao 1 fue superior a las especies observadas ( Suárez-Suarez y Cadena 2014 ). Así mismo para el Bosque Oriental de Bogotá **BOBPFR**, ubicado entre las alturas de 2600 a 3550m.s.n.m. la curva de acumulación analizada no alcanzo la asíntota, y el índice Chao2 , fue significativamente superior a las aves observadas (Peraza 2011). Para la zona alta del Macizo de Chinganza se encontraron 120 especies, en 14 visitas, la curva de acumulación de especies junto con Chao 1 mostro ser satisfactoria ( Stiles y Rosselli 1998).

Las especies que visitaron la zona solo una vez, fueron analizadas por medio de la gráfica de singletones y dobletones, comparandolas con las especies observadas en el estudio. Las curvas de singletones mostro un comportamiento de aumento al inicio de los muestreos pero se mantuvo estable durante todo el estudio, indicándonos que aún faltan datos de especies por registrar ya que al final del estudio no disminuyeron su pendiente sino que se mantuvo constante. Los dobletones a diferencia de los singletones siguen aumentando al final de los muestreos sugiriéndonos que probablemente faltan más muestreos. Un resultado ligeramente similar se evidencio para el páramo de Cocuy con referencia a los singletones , quienes aumentaron al inicio de los muestreos pero fueron disminuyendo con el paso de los muestreo. ( Suárez-Sanabria y Cadena, 2014 )

### **4.2.Análisis de diversidad.**

La estructura de la comunidad de aves estudiada demostró por medio de los índices Simpson & Berger Parker que hay una probabilidad de dominancia baja lo que indica que nuestra comunidad aviar se está comportando como una comunidad equitativa y diversa. Esta aseveración lo

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

corroboro también los valores de los índices de uniformidad Shannon-Wiener por encima de 3 y equidad cercana a 1.

La zona estudiada presenta una transición entre el bosque alto andino, subparamo y paramo. Es una de las zonas más conservadas del Municipio de Vetas, debido a que es una zona protegida por la CDMB, presenta variedad de lagunas, 2 cercanas al sitio del estudio. Las características del predio Ciénaga hacen de esta zona un ecosistema estratégico para la diversidad, manutención en cuanto alimentación, hábitat y protección no solo de las aves, sino también de los demás grupos faunísticos (CDMB 2012).

#### **4.3.Gremios tróficos.**

El grupo trófico que obtuvo más abundancias en el estudio fueron los consumidores de Insectos pequeños, seguidamente de los consumidores de néctar. Los menos representativos fueron los que se alimentan de frutas y semillas. En nuestra lista de especies se registraron tres especies que consumían vertebrados más grandes y una especie que consumía carroña.

Estos resultados probablemente concuerdan con la vegetación de la zona donde encontramos variedad de oferta alimenticia para la avifauna en cuanto frutos y néctar. Ejemplo de ello es la especie *Vaccinium floribundum*, perteneciente a la familia de las Ericaceas, quien además de poseer una flor ligeramente alargada conveniente para las aves nectarívoras de la zona posee un fruto en forma de balla de color azul o azul oscura, que aporta agua y cantidad de nutrientes para la avifauna (Coba Santamaria et al., 2012). Otro ejemplo es la especie *Macleania rupestris*, llamada comúnmente Uva camaronera, su fruto es una balla carnosa de color purpura oscuro y

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

sus flores son rosada a rojas en forma pendular. Además posee dos picos de producción de frutos en el año, de enero-Abril y de Agosto-Noviembre (Duras-Casas et al., 2013). Para la familia Rosacea, destacamos a la especie *Hesperomeles goudotiana*, llamada comunmete mortiño, ofrece un fruto de color rojo o negro, rico en agua y carbohidratos (Cardozo, et al., 2006).

En cuanto a la demanda de insectos, la zona ofrece variedad de plantas con flores, de las cuales son necesarias los insectos para su polinización y dispersión. En el caso de nuestro estudio en la altura 3650 m.s.n.m pudimos ver algunas Espeletias las cuales constituyen un hábitat especial para la artropofauna del páramo, ya que por medio de la fisiología de los frailejones, los artrópodos consiguen refugio en la roseta, así como sitio de búsqueda de la alimentación y albergue (Eraso-Puentes & Amarillo-Suarez, 2016).

Pocas especies de nuestro estudio comieron vertebrados pequeños lo cual nos hace pensar que posiblemente este recurso es escaso o estacional. Solo una especie de nuestra lista se alimenta de Carroña, posiblemente la descomposición del alimento es lenta en el páramo debido a los picos de temperaturas bajas, lo cual favorece las condiciones de sobrevivencia para *Vultur gryphus*, una especie en categoría de amenaza. (Córdoba-Córdoba 2016; Lambertucci 2007).

#### **4.4.Variación estacional.**

La mayoría de las especies encontradas fueron residentes, muchas de ellas permanecieron todos los meses de muestreo (*Aglaeactis cupripennis*, *Chalcostigma heteropogon*, *Colibrí coruscans*, *Oxypogon guerinii*, *Lesbia victoriae*, *Asthenes fuliginosa*, *Mecocerculus leucophrys*, *Troglodytes aedon*, *Turdus fuscater*, *Zonotrichia capensis*). Otras especies aparecieron durante el estudio 4

TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

veces (*Grallaria quitensis*, *Margaronis squamiger*), otras especies hicieron su aparición solo 1 a 2 veces (Anexo 2).

Para predecir posibles variaciones estacionales habrían que analizase la otra parte del año, es decir de enero a julio, para identificar y analizar la permanecía, y observar si el comportamiento bimodal de la precipitaciones de la zona están generando migraciones altitudinales.

Para el análisis de correlación de Pearson entre las variables abundancias, Pluviosidad y temperatura, dos especies de nuestra lista, residentes del páramo se correlacionan significativamente al aumento de la temperatura *Aglaeactis cupripennis* y *Diglossa humeralis*. Por otro lado la especie *Mecocerculus leucophrys* se está correlacionando fuertemente con ambas variables ambientales analizadas Pluviosidad y lluvias.

Estos resultados nos hacen pensar que estas especies en el escenario de aumento de la temperatura podrían verse afectadas, por la posible sensibilidad demostrada a través del índice de correlación.

Vale la pena resaltar que el sitio donde se realizó el presente estudio, el cual es un área de transición entre el bosque alto andino y subpáramo (LSB); según los autores (Moreno, Andrade y Ruiz, 2016), es una zona que funciona como indicador para observar los efectos del calentamiento global.

Observamos que varias especies de nuestra lista ampliaron su área de distribución, entre las cuales destacamos a *Eutoxeres aquila*, de la familia Trochilidae, registrada en nuestro estudio en los meses de agosto, septiembre y octubre, entre las alturas de 3400 y 3650 m.s.n.m. respectivamente, quien según literatura está registrado a los 2400. En nuestro estudio probablemente está aumentando su rango altitudinal en 1,250 m. Otra especie fue *Ocreatus*

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

*underwoodii*, igualmente de la familia Trochilidae,, quien fue registrada a los 3400 m.s.n.m, aumentando su rango altitudinal en aproximadamente 700 metros. De la familia Tyrannidae encontramos dos especies, *Zimmerius chrysops*, quien está distribuida hasta los 2500 y fue registrada en los meses de Agosto y Octubre a los 3400 m.s.n.m ; así mismo la especie *Myiophobus flavicans*, distribuida hasta los 2700, y hallada en nuestro estudio en el mes de Octubre a los 3400 m.s.n.m, al parecer ha ampliado su rango de altura en 700 m.

Finalmente de la familia Emberizidae, la especie *Atlapetes albofrenatus*, registrado en el mes de septiembre a los 3400 m.s.n.m, al parecer ha ampliado su rango altitudinal en 700 m .

Encontrar estas especies distribuidas en un rango de 800 a 1200 arriba de lo que se reporta en la literatura (McMullan et al.,2014, (Quiñones, 2018), nos puede estar indicando que estas especies están ampliando sus rangos altitudinales hacia mayores elevaciones en respuesta al aumento de temperatura, buscando acceder a temperaturas inferiores para mantener condiciones óptimas para la sobrevivencia de sus poblaciones (Ramirez-Villegas, et al., 2014).

## 5. Conclusiones

Para el sitio de estudio en un transecto de 700 metros se registraron 68 especies, reunidas en 18 familias en un tiempo de 5 meses de investigación y un esfuerzo de muestreo de 184.5 horas red.

Encontramos tres especies casi amenazadas (NT) según la UICN, lo que quiere decir que no satisface los criterios de especie vulnerable pero que sin embargo pueden llegar a estar pronto en categoría de amenaza como tal. Estas son especies que dependen de medidas de conservación que se adopten en la zona estudiada con el fin de evitar que entren en una categoría peor de amenaza.

No se evidencio cambios estacionales en las aves registradas, aunque sí hay indicios de migraciones altitudinales en algunos colibríes, sin embargo es necesario estudiar la otra parte de los meses para tener registros claros y comparar con las demás listas obtenidas en este estudio.

En el presente estudio se amplía en rango altitudinal de cinco especies especies *Ocreatus underwoodii*, *Eutoxeres aquila*, *Zimmerius chrysops*, *Myiophobus flavicans*, *Atlapetes albofrenatus* con base en los reportes de literatura. Adicionalmente tres especies se relacionan directamente con la temperatura *Aglaeactis cupripennis*, *Diglossa humeralis*, *Mecocerculus leucophrys*. Con base en lo anterior, algunas de las especies de aves reportadas se candidatizan como ideales para futuros estudios enfocados a evaluar el efecto del calentamiento global en las aves de alta montaña en Santurbán.

La zona de estudio es sin duda alguna una reserva y corredor ecológico importante del páramo de Santurbán en Vetás que debe ser cuidado y preservado ya que tiene un alto valor ecológico

TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

esencial para no solo las especies de aves si no para los demás grupos faunísticos que se encuentran en la zona.

### Referencias Bibliográficas

Astudillo, P., Barros, S., Siddons, D., & Zárate, E. (2018). Influence of habitat modification by livestock on páramo bird abundance in southern Andes of Ecuador. *Studies on neotropical fauna and environment*, 29-37.

Ávila-Campos, J. E. (2016). Lista de aves de alta montaña de la serranía de Los Picachos, San Vicente del Caguán, Caquetá (Colombia). *Biota Colombiana* , 103-113.

Cadennaso, M., Pickett , S., Weathers , K., & Jones , C. (2003). A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience* , 750-758.

Cardozo, R., Córdoba, S., González, D., Guzmán, R., Lancheros, O., Mesa, I., Zúñiga, T. (2006). *Especies utiles en la Region Andina de Colombia . Bogota : Jardin Botanico de Bogota .*

CDMB. (2012). *Plan de Manejo Predio Cienaga . Bucaramanga: Corporacion Autonoma Regional para la Meseta De Bucaramanga .*

Chao, A., & Chui, C.-H. (2016). Species Richness :Estimation and Comparison. *Encyclopedia of Statistical Sciences*, 1-26.

Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction: standardizing samples by completeness rather than by sample size. *Ecology*, 2533–2547.

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Coba Santamaria , P., Coronel , D., Verdugo , K., Paredes , M., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). Estudio Etnobotanico del Mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. . LA GRANJA. Revista de ciencias de la vida . , 5-13.

Córdoba-Córdoba, S. (2016). Aves en páramos de Colombia: características ecológicas de acuerdo a grupos de dieta y peso corporal. *Biota Colombiana*, vol. 17, 77-102.

Duras-Casas, S., Veloza-Suan, C., Magnitskiy, S., & Orlando-Lancheros , H. (2013). Evaluacion de la propagacion de uva camaronera (*Macleania rupestris* Kunth A.C. Smith) por medio de acodos aereos . *Agronomia Colombiana* , 18-26.

Eraso-Puentes , L., & Amarillo-Suarez, A. (2016). Artropofauna en necromasa de dos especies de frailejones en diferentes estados sucesionales del Paramo Andino. *Revista Colombiana de Entomologia* , 81-90.

Espinosa, T. E. (2003). ¿Cuántas especies hay ? Los estimadores no parametricos de Chao . *Elementos* , 53-56.

Estela, F. (1988). Estudio de la Avifauna del Paramo de Berlin . Bucaramanga : CDMB.

Forero-Medina, G., Terborgh, J., Socolar, S., & Pimm, S. (2011). Elevational Ranges of Birds on a Tropical Montane. *PLOS one* . 1-5.

Hermes, C., Keller, K., Nicholas, R., Segelbacher, G., & Schaefer, M. (2018). Projected impacts of climate change on habitat availability for an endangered parakeet. *PLOS one*, 1-17.

Herzog , S., Soria A, R., & Matthysen, E. (2003). Seasonal variation in avian community composition In a high-andean polylepis (rosaceae) Forest fragment. *THE WILSON BULLETIN*, 438-447.

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Hilty , S., & Brown , W. (1988). Guia de las Aves de Colombia. . Bogota : Asociacion Colombiana de Ornitologia .

IDEAM. (2015). Sistema de Informacion Nacional Ambiental. Reporte (Vetas -El Pozo). Bucaramanga: IDEAM.

Jimenez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulacion de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biologicos. *Revista Iberica de Aracnologia* , 151-161.

Kattan, G. H., & Franco, P. (2004). Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. *Global Ecology and Biogeography*. 451-458.

Korner, C. (2012). Alpines treelineS.Functional ecology of the global high elevation tree limits. U.S.A.: Springer Nature.

Lambertucci, S. (2007). Biologia y Conservacion Del Condor Andino (Vultur Gryphus) en Argentina. *Hornero* , 149-158.

MacArthur, R., & Wilson, E. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, 179 pp.: Princeton University.

Marin , C., & Parra , S. (2015). *Bitácora de flora: Guía visual de plantas de páramos en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

McMullan, M., Donegan, T., Quevedo, A., Ellery, T., & Barteles, A. (2014). *Field Guide to the Birds of Colombia*. Fundacion Proaves de Colombia .

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Meneses Ortegón , L. A., & Herrera Martínez, Y. (2013). Estudio preliminar de la avifauna asociada a Parches de polylepis quadrijuga (rosaceae) del páramo de la Rusia, Duitama (Boyacá – Colombia). *Luna Azul*, 40-54.

Morales, M., Otero García, J., van der Hammen, T., Torres Perdigón, A., Cadena-Vargas, C., Pedraza, C., Cardenas, L. (2007). *Atlas de Paramos de Colombia*.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol 1. Zaragoza/España: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Moreno, L., Andrade, G., & Ruiz, L. (2016). Biodiversidad 2016. Estados y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 7-97.

Moreno, M., & Losada, S. (2016). Avifauna del complejo de páramos Chilí-Barragán (Tolima, Colombia). *Biota Colombiana*, 115-133.

Otto Poulsen , B., & Krabbe , N. (1998). Avifaunal diversity of five high-altitude cloud forest on the Andean western slope of Ecuador: testing a rapid assessment method. *Journal of Biogeography*, 83-93.

Peraza, C. A. (2011). Aves, Bosque Oriental de Bogotá Protective Forest Reserve, Bogotá, D.C., Colombia. *Journal of species list and distribution*, 57-63.

Quiñones, F. A. (2018). *A Field Guide to the Birds of Colombia*. . Colombia : Punto aparte Bookvertising .

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Ramirez-Villegas, c. J., Cuesta, F., Devenishe, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. (2014). Using species distributions models for designing conservationstrategies of Tropical Andean biodiversity under climate changeJulian. *Journal for Nature Conservation*, 391-404.

Rangel-Ch., J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Ciencias Naturales* , 176-200.

Renjifo, L., Gomez, M., Velasquez-Tibata , J., Amaya-Villareal , M., Kattan, G., Amaya-Espinel, J., & Burbano-Giron , J. (2014). Libro rojo de aves de Colombia. Vol.1:Bosques humedos de los Andes y la Costa Pacifica. . Editorial Pontificia Universidad a Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt., 466.

Sarmiento, C. E., Cadena, C. E., Sarmiento , M. V., & Zapata, J. A. (2013). Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Instituto de Investigaciones Biologicas Alexander von Humboldt

Sarmiento, C., & León,, O. (2015). Transición bosque–páramo. Bases conceptualesy métodos para su identificación enlos Andes colombianos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 156 págs.

Sarmiento, C., Osejo, A., Ungar, P., & Zapata, J. (2017). Páramos habitados: desafíos para la gobernanza ambiental de la alta montaña en Colombia. Biodiversidad en la *practica* . Documentos de trabajo del Institutio Humboldt, 122-145.

Stiles, G., & Rosselli, L. (1998). Inventario de las aves de un bosque alto andino : Comparacion de dos metodos. *Caldasia*, 29-43.

TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

Suárez-Sanabria, N., & Cadena, C. (2014 ). Diversidad y estructura de la avifauna del Valle de Lagunillas, Parque Nacional Natural El Cocuy, Colombia. *Ornitología Colombiana* , 48-61

Terborgh, J. (1985). The role of ecotones in the distribution of Andean birds. *Ecology Society of America* , 1237-1246.

Vásquez, A. B. (2011). *El gran libro de los paramos*.

Cowell Robert (12 -02-2014). Current Version Estimate. Estimate S Statistical Estimation of species Richness and Shared species from samples (07-08-2016).

<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstimateSRegistration.htm> .

The IUCN Red List of Threatened Species (02-03-2017). Red List Guiding Conservation for 50 years ( 08-09-2016). <http://www.iucnredlist.org/>

Xeno –Canto compartiendo cantos de aves del todo el mundo (1996). Naturalis Biodiversity Center( 04-03-2015). <https://www.xeno-canto.org/>



## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

**Altura del pico (A.P):** en milímetros

**Anchura del pico o Gape (AnP):** en milímetros

**Longitud del tarso (Tarso):** en milímetros

**Longitud del ala o ala plana (Ala):** en milímetros

**Longitud de la cola (Cola):** en milímetros

**Estado reproductivo (Parche incuba.):** presencia =1; Ausencia = 0; Aparente

**Cantidad de grasa en fúrcula y alas (Grasa):** 0-5

**Muda en el plumaje:** ausente = 0; cuerpo = C; ala = A; cola = T; CA = cuerpo y ala; CT = cuerpo y cola; AT = ala y cola; CAT = cuerpo, ala y cola

**Recaptura (Rec.):** X

## Apéndice B.

*Lista de las abundancias por mes de muestreo de las especies de aves encontradas en el Macizo de Santurbán, Municipio de Vetás, Predio Ciénaga durante el periodo de Agosto a Diciembre del 2014.*

<b>Especies</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<i>Vultur grypus</i>	n.r.	n.r.	R	n.r.	R
<i>Buteo albigula</i>	n.r.	n.r.	n.r.	R	n.r.
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	R	R	R	R	n.r.
<i>Gallinago nobilis</i>	n.r.	R	n.r.	R	R
<i>Glaucidium jardinii</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	A	A	A	A	A
<i>Chalcostigma heteropogon</i>	F	F	U	A	U
<i>Colibrí coruscans</i>	C	A	A	F	A
<i>Oxygogon guerinii</i>	F	F	R	C	C

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

<i>Lesbia victoriae</i>	U	A	A	A	A
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	U	R	U	U	F
<i>Eriocnemis vestita</i>	U	U	R	R	R
<i>Adelomyia melanogenys</i>	U	U	R	n.r.	n.r.
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	F	U	U	F	U
<i>Eutoxeres aquila</i>	U	U	R	U	n.r.
<i>Eriocnemis mosquera</i>	n.r.	n.r.	n.r.	R	n.r.
<i>Eriocnemis cupreovertris</i>	U	R	R	n.r.	n.r.
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	U	n.r.	R	n.r.	R
<i>Ocreatus underwoodii</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	R
<i>Coeligena torquata</i>	R	R	n.r.	R	R
<i>Coeligena helianthea</i>	U	n.r.	n.r.	n.r.	R
<i>Heliangelus amethysticollis</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Metallura tyrianthina</i>	R	R	R	R	U
<i>Grallaria ruficapilla</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Grallaria quitensis</i>	R	R	R	R	n.r.
<i>Scytalopus griseicollis</i>	n.r.	U	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Premnoplex brunnescens</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Synallaxis unirufa</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Asthenes fuliginosa</i>	A	U	A	A	A
<i>Margaronis squamiger</i>	R	n.r.	R	U	R
<i>Leptasthenura andicola</i>	n.r.	n.r.	R	R	R
<i>Cinclodes albiventris</i>	n.r.	U	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Dendrocincla tyrannina</i>	n.r.	n.r.	R	R	R
<i>Asthenes flammulata</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

<i>Myiotheretes striaticollis</i>	R	R	U	n.r.	R
<i>Elaenia frantzii</i>	n.r.	U	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Hemitriccus granadensis</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	U	A	A	F	R
<i>Zimmerius chrysops</i>	R	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Myiophobus flavicans</i>	n.r.	n.r.	R	n.r.	n.r.
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	R	R	A	A	R
<i>Ochthoeca fumicolor</i>	C	U	U	R	F
<i>Phyllomyias uropygialis</i>	R	F	F	A	F
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	n.r.	n.r.	n.r.	R	n.r.
<i>Pipreola riefferii</i>	R	F	R	R	n.r.
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Troglodytes aedon</i>	A	A	A	A	A
<i>Turdus fuscater</i>	A	A	C	A	A
<i>Diglossa humeralis</i>	A	A	A	A	A
<i>Conirostrum rufum</i>	R	U	U	U	R
<i>Geospizopsis unicolor</i>	R	F	R	n.r.	n.r.
<i>Catamenia inornata</i>	R	R	R	R	R
<i>Anisognathus igniventris</i>	A	A	F	U	F
<i>Tangara vassorii</i>	U	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Dubusia taeniata</i>	C	F	F	U	F
<i>Diglossa lafresnayii</i>	n.r.	n.r.	R	n.r.	n.r.
<i>Diglossa cyanea</i>	R	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pseudospingus verticalis</i>	R	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Catamenia homochroa</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.

## TESIS DE GRADO CINDY PAMELA JAIMES LOPEZ

<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Zonotrichia capensis</i>	A	A	A	A	C
<i>Atlapetes albofrenatus</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	U	R	R	R	R
<i>Atlapetes schistaceus</i>	R	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Myioborus ornatus</i>	n.r.	R	n.r.	R	n.r.
<i>Leiothlypis peregrina</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Sturnella magna</i>	R	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Sporagra spinescens</i>	n.r.	R	n.r.	n.r.	n.r.
<b>Riqueza</b>	277	306	255	242	206

---

(n.r.= No registrada; R= rara; U= poco común; F= bastante común; A= abundante).

**Apéndice C:** Fotografías de algunas especies de aves capturadas en el sitio de estudio

*Asthenes fuliginosa*



*Atlapetes albofrenatus*



*Oxygogon guerinii*



*Chalcostigma heteropogon*



*Aglaeactis cupripennis*



*Ochthoeca fumicolor*



*Mecocerculus leucophrys*



*Margarornis squamiger*



*Anisognathus cugniventris*



*Zonotrichia capensis*

