

**PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA AVIFAUNA DE ALTAMONTAÑA EN EL  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EDNA VIVIANA CALPA ANAGUANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA AVIFAUNA DE ALTAMONTAÑA EN EL  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**EDNA VIVIANA CALPA ANAGUANO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo**

**Directores**

**Elkin Alexi Noguera Urbano**

**Ms.C. Ciencias Biológicas**

**Jhon Jairo Calderón Leytón**

**Ms.C. Ciencias Biológicas**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2015**

### **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del acuerdo N° 324 de Octubre de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

Martha Sofía Gonzales

Jurado

---

Marian Cabrera

Jurado

---

Elkin Alexi Noguera Urbano

Director

---

Jhon Jairo Calderón Leytón

Director

San Juan de Pasto, Febrero de 2015

**DEDICATORIA**

*A la Memoria de José María Anaguano*

## AGRADECIMIENTOS

A Jhon Jairo Calderón por creer en mí, por escucharme, apoyarme, tenerme paciencia y motivarme a seguir, gracias por ser mi asesor y mi amigo.

A Elkin Noguera por aceptar ser el asesor de este proyecto y por su total disposición y ayuda para la construcción de este trabajo.

A mis Jurados Martha Sofía Gonzales y Marian Cabrera por sus aportes y por el tiempo que le dedicaron a la revisión del documento.

A la Asociación GAICA y al Grupo de Investigación en Ecología Evolutiva por el apoyo durante la carrera y por facilitarme la información para la realización de esta investigación.

A Paola Ayala, Esteban Herrera, Rubén Darío Acosta, Stephany Rosero, Lorena Ordoñez, Carolina Guerrero por brindarme su amistad, por el apoyo constante, por tantas locuras y alegrías que hemos pasado juntos porque siempre estarán presentes.

A Diego Martínez, Mauricio Rodríguez, Ronald Fernández, Yuri Rosero, Rubén Jurado, Carlos Trujillo por el constante apoyo y por su valiosa amistad

A Jorge Wladimir y Vanessa Peñafiel por estar pendientes de mí en todo momento y por hacerme parte de su hermosa familia

A mis padres Martha Anaguano y Pedro Antonio Calpa por su apoyo y paciencia a mis hermanas Nathalia Carolina y Ángela María por ser el motor de mi vida y mi felicidad gracias a ustedes por su gran cariño.

## RESUMEN

Las áreas de endemismo son unidades básicas de análisis en la biogeografía evolutiva. Dichos patrones han sido modelados por la interacción del espacio, el tiempo y la biología de los organismos, por lo tanto se piensa que en las áreas de endemismo están representados procesos evolutivos como la vicarianza, la dispersión y la extinción de la biota. De manera práctica las áreas de endemismo son identificadas a partir de la congruencia de las distribuciones de dos o más taxones. En este estudio se analizaron los patrones de riqueza y las áreas de endemismo de la avifauna de alta montaña del departamento de Nariño, se considera que esos ecosistemas son sitios que se comportan como islas y cuya biota se ha expandido y contraído por influencia de las variaciones climáticas. Para ello se revisaron registros de distribución de las aves en catorce complejos paramunos de Nariño, se cuantificaron los números de registros y riqueza de aves por complejo paramuno para determinar vacíos de información, se aplicó una prueba de correlación no paramétrica de Spearman entre la riqueza de cada complejo paramuno y su área para evaluar la tendencia de la relación riqueza-área considerando que en las islas existe una relación directa entre las dos variables, finalmente se aplicó un Análisis de Parsimonia de Endemismos para identificar las áreas de endemismo. Se obtuvieron 1.231 registros de aves para ocho páramos en 31 localidades; seis páramos no presentan información sobre aves. Los registros representaron a 178 especies, incluidas las especies migratorias. El análisis de correlación entre el número de especies y el área indicó una relación positiva pero no significativa, lo cual indica que hay una leve tendencia semejante a las islas. Finalmente se identificaron cinco áreas de endemismo con un anidamiento progresivo desde los páramos del occidente de Nariño hasta incluir en una gran área todos los páramos, la conformación de las áreas de endemismo indica que ocurrieron diferentes procesos de expansión y contracción durante los ciclos glaciares e interglaciares del Pleistoceno y el Holoceno, los cuales han aislado progresivamente la biota, pero en este caso desde el occidente. .

**PALABRAS CLAVE:** Avifauna, riqueza, Análisis de Parsimonia de Endemismo, ecosistemas de alta montaña.

## ABSTRACT

The areas of endemism are basic units of analysis in evolutionary biogeography. These patterns have been shaped by the interaction of space, time and the biology of organisms, therefore it is thought that in the areas of endemism are represented evolutionary processes such as vicariance, dispersal and extinction of biota. Practically areas of endemism are identified from the consistency of the distributions of two or more taxa. In this study the patterns of richness and endemism areas of high mountain avifauna of Nariño were analyzed, It is considered that these ecosystems are sites that behave like islands and whose biota has expanded and contracted under the influence of climatic variations. To do this, records of bird distribution in fourteen complex of paramos in Nariño were reviewed, record numbers and richness of birds by paramo complex were quantified to determine gaps, a nonparametric Spearman correlation test between the richness of each paramo complex and its area to assess the trend of the relation richness-area, considering that in the islands there is a direct relationship between the two variables; finally an Parsimony analysis of endemism was applied to identify areas of endemism. A total of 1,231 bird records for eight paramos in 31 localities were obtained; six paramos have no information about birds. The records representing 178 species, including migratory species. The correlation analysis between the number of species and area indicated a positive but nonsignificant relationship, which indicates a slight similar trend to the islands. Finally five areas of endemism with a progressive nesting were identified from the paramos of western Nariño until include all paramos in a large area, the conformation of areas of endemism indicates that there were different processes of expansion and contraction during glacial and interglacial cycles in Pleistocene and Holocene, which have gradually isolating the biota, but in this case from the west.

**KEY WORDS:** Avifauna, Richness, Parsimony Analysis of Endemism (PAE), High Mountain Ecosystems.



## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	14
1. TITULO .....	16
2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	17
3. OBJETIVOS .....	18
3.1. Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos .....	18
4. MARCO TEÓRICO.....	19
4.1 Los Andes del Norte .....	19
4.2 Ecosistemas de alta montaña .....	19
4.2.1 Franjas o zonas de la alta montaña.....	19
4.2.2 Tipos de vegetación.....	20
4.2.3 Tipos de suelo.....	21
4.3 Historia de la región paramuna .....	21
4.4 Modelo paleogeográfico de van der Hammen (1974) .....	22
4.5 Relación Especie – Área .....	25
4.6 Avifauna altoandina y paramuna .....	25
4.7 Área de distribución geográfica.....	26
4.8 Áreas de endemismo y Análisis de Parsimonia de Endemismo (PAE).....	27
5 .MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
5.1 Área de estudio .....	29
5.2 Obtención de la información geográfica.....	30
5.3 Análisis de parsimonia de endemismo (PAE) .....	31
6. RESULTADOS.....	32
6.1 Riqueza de especies de la avifauna paramuna nariñense.....	32
6.2 Análisis de parsimonia de endemismos PAE .....	35
7. DISCUSIÓN .....	42
7.1. Riqueza de especies de la avifauna de la alta montaña Nariñense .....	42
7.2 Áreas de endemismo con el PAE.....	44

CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES.....	50
LITERATURA CITADA .....	51
ANEXOS .....	59

**LISTA DE TABLAS**

**Pág.**

Tabla 1. Número de especies, géneros y familias de aves en ocho páramos de Nariño. .... 34

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Secciones a través de la cordillera oriental (Colombia) que muestra la reconstrucción de franjas de vegetación, durante las sucesivas fases de elevación y durante el pleistoceno temprano, interglaciar y glacial. ....	24
Figura 2. Páramos de Nariño, Zonificación propuesta en Solarte et al. (2007). Complejos de páramo IAvH .....	30
Figura 3. Número de localidades con registros de avifauna paramuna distribuidas por páramo en Nariño. ....	32
Figura 4. Número de registros de aves paramunas en Nariño. ....	33
Figura 5. Mapa de riqueza de especies en los páramos de Nariño.....	34
Figura 6. Relación riqueza por área a partir de sus logaritmos.....	35
Figura 7. Cladograma resultado de un análisis de PAE para la avifauna de los páramos de Nariño. ....	36
Figura 8. Área de endemismo 1 que agrupa los páramos más sobresalientes del suroccidente de Nariño. ....	37
Figura 9. Área de endemismo 2 que agrupa los páramos del suroccidente de Nariño y Galeras como parte de la zona centro. ....	38
Figura 10. Área de endemismo 3 representada por los páramos de Bordoncillo y Galeras (zona centro), junto con Paja Blanca, Chiles-Cumbal y Azufral (zona suroccidental).....	39
Figura 11. Área de endemismo 4 correspondiente a los páramos de las zonas centro (Bordoncillo y Galeras), suroriente y suroccidente (excepto Quitasol). ....	40
Figura 12. Área de endemismo 5 que agrupa los páramos de la zona centro, zona oriental y zona suroccidental (excepto Quitasol). La figura muestra que corresponde a un área de endemismo anidada. ....	41

**LISTA DE ANEXOS**

**Pág.**

Anexo A. Listado de especies de aves de alta montaña del departamento de Nariño .....	60
Anexo B. Matriz de especies y áreas para Análisis PAE.....	66

## INTRODUCCIÓN

Los Andes constituyen uno de los lugares con mayor diversidad y poblaciones con rangos geográficos restringidos (Palminteri & Powel, 2001), albergando casi la mitad de la diversidad biológica que existe en el neotrópico (Cracraft, 1985). De acuerdo con la fisionomía de su vegetación, se pueden distinguir cuatro franjas altitudinales conocidas como Altoandina, Páramo bajo, Páramo alto (Páramo propiamente dicho) y Superpáramo (Rangel, 2000). Estas últimas presentan un marcado estatus de islas biogeográficas, cuyo aislamiento es el resultado de procesos evolutivos, geológicos y ecológicos propios de la franja andina. Según Van der Hammen (1974) el aislamiento de los páramos y las cumbres andinas corresponden a periodos de contracción y expansión geográfica durante los ciclos glaciares e interglaciares del pleistoceno (glaciaciones) y holoceno (deshielo).

La expansión y contracción dieron lugar a una serie de procesos de vicarianza, migración y colonización biológica (Rangel, 2000), provocando serias modificaciones en los patrones de distribución de la vegetación altoandina, que en función de la temperatura y los regímenes de precipitación, ascendió a las cumbres más altas (Morales et al., 2007). Consecuentemente se dio el aislamiento de los páramos y con ello se afectaron los patrones de distribución de la fauna andina (Van der Hammen, 1974).

Entre los grupos faunísticos que se afectaron considerablemente por los ascensos y descensos de las franjas de vegetación andina se encuentran las aves. La evolución climática y geológica de los Andes configuraron varios patrones de distribución de las aves andinas, muchas especies han llegado a ocupar zonas geográficas específicas y restringidas (Cracraft, 1985). Vuilleumier (1986) explica que durante la colonización aviar de la franja altoandina y de páramos hubo un importante componente proveniente de la parte Austral del continente y gran parte de ella se originó *in situ*, por ende pueden considerarse como áreas muy importantes debido a la diversidad de especies exclusivas. Por lo tanto, se piensa que existe una estrecha relación evolutiva entre los patrones de distribución de las aves y su entorno (Palminteri & Powel, 2001), lo cual permite establecer explicaciones biogeográficas relacionados con la evolución de los ecosistemas altoandinos.

Desde el punto de vista de la biogeografía evolutiva, la congruencia no azarosa en las áreas de distribución de dos o más especies conforman patrones denominados áreas de

endemismo (Morrone, 1994). Las áreas de endemismo son áreas geográficas en las que se supone la existencia de una historia evolutiva entre la biota y el sitio geográfico donde se distribuye. Lo anterior sugiere entonces una homología biogeográfica en la que se considera que distintos taxones, aun con capacidades de movilidad diferentes, se encuentran integrados espacio temporalmente en una misma biota (Morrone, 1994; Morrone, 2001; Morrone, 2004).

Bajo el supuesto de que la vegetación altoandina durante mucho tiempo tuvo una cobertura continua, pero que se fragmentó durante los periodos de pleistoceno y el holoceno (Van der Hammen, 1974), se puede esperar que las especies de aves con distribución altoandina, representen áreas de endemismo relacionadas con esos periodos de expansión –contracción, así, la identificación de áreas de endemismo de la avifauna en ecosistemas altoandinos en el suroccidente de Colombia permitirá describir sus patrones biogeográficos y proponer explicaciones sobre la correspondencia de los patrones con la historia evolutiva de las zonas altoandinas.

El departamento de Nariño se encuentra ubicado en el suroccidente de Colombia y en él tienen lugar el Nudo de los Pastos y el Macizo Colombiano, complejos montañosos en donde se localiza una red de ecosistemas paramunos particulares no sólo por sus características biogeográficas sino también fisicobióticas (Solarte et al., 2007). Durante los últimos años, se han adelantado un gran número de investigaciones orientadas al estudio de la diversidad, composición y estructura de la biota de los páramos de Nariño. Sin embargo el conocimiento que se tiene sobre los patrones biogeográficos de las zonas de altamontaña y aún más sobre la biogeografía de las aves relacionadas a esta franja altitudinal es escasa o nula, constituyéndose en temas de gran prospección e interés para la investigación biológica.

Por esta razón y partiendo del análisis de la distribución de la riqueza de aves en las zonas de altamontaña del Departamento de Nariño, se busca obtener la información adecuada para determinar las áreas de endemismo de los páramos de esta región y explicar patrones generales asociados a la evolución de la biota y sus distribuciones (Álvarez-Mondragón & Morrone, 2004), aportando criterios científicos que puedan tenerse en cuenta para establecer prioridades, objetivos y objetos de conservación, indispensables para el diseño y ejecución de planes encaminados al rescate y preservación de estos, de las aves y los ecosistemas paramunos que habitan.

## **1. TITULO**

“PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE LA AVIFAUNA DE ALTAMONTAÑA EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO”



## **2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál es la distribución de la riqueza de aves en las zonas de altamontaña en el Departamento de Nariño?

¿Cómo están relacionadas las zonas de altamontaña del Departamento de Nariño considerando los patrones de distribución de aves?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Determinar áreas de endemismo de las aves en las zonas de altamontaña del Departamento de Nariño.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la distribución de la riqueza de aves de altamontaña en el Departamento de Nariño.
- Identificar las áreas de endemismo de aves de las zonas de altamontaña en el Departamento de Nariño.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Los Andes del Norte

Se considera Andes del Norte desde Mérida Venezuela que se encuentra constituida por la sierra de la Culata y la Sierra Nevada (Josse et al., 2009) hasta Ecuador. En Colombia los Andes están conformados por tres cordilleras (occidental, oriental y central), siendo la cordillera central la que alberga la mayor superficie de páramos y volcanes activos (Fjeldsa & Krabbe, 1990; Morales et al., 2007). Los Andes del sur de Ecuador y del Norte del Perú forman un sistema intrincado de nudos algunos de los cuales van de norte a sur y algunos de este a oeste. Conforme la cordillera se dirige al sur no solo pierde altitud sino también humedad hasta llegar a la confluencia del río Chinchipe con el Marañón y el Huancabamba, la depresión que delimita los Andes del Norte de los Andes Centrales (Josse et al., 2009)

Los Andes se consideran un símbolo de cambio y biodiversidad ya que alcanza grandes alturas (hasta 6000 m), contiene muchas zonas de vida e incluye estructuras geológicas enormes que pueden influir en la circulación del aire, la modificación de las precipitaciones y la temperatura (Vablen et al., 2007; Josse et al., 2009; Young, 2012). La presencia de los Andes crea heterogeneidad espacial y limitaciones biofísicas que pueden constituirse como barreras biogeográficas e influir considerablemente sobre la distribuciones de las especies y los ecosistemas (Young, 2012). La topografía y las condiciones de humedad se unen para albergar numerosas especies, haciendo de los Andes un *hotspots* de diversidad (Myers et al., 2000).

### 4.2 Ecosistemas de alta montaña

Se definen como las áreas de mayor levantamiento orogénico del sistema cordillerano andino (IDEAM, 2010), abarcando un conjunto diferenciado de vertientes, cinturones altitudinales de corta distancia y diversas exposiciones climáticas, que corresponden al último refugio de muchas plantas y animales que en las tierras bajas han desaparecido o bien se han adaptado a la franja altitudinal por encima de los 3000 m hasta la cumbre guardando un alto nivel de endemismo (Castaño-Uribe, 2002; Rangel, 2000).

#### 4.2.1 Franjas o zonas de la alta montaña

Se reconocen las siguientes franjas (Rangel, 2000):

- Franja alto andina: Entre los 3000 a 3200 m. Vegetación con bosques altos dominados por los géneros *Weinmannia*, *Hesperomeles*, *Clethra* y *Escallonia*.

- Páramo bajo (subpáramo): Desde los 3200 hasta 3500 (3600) m. Predomina la vegetación arbustiva y matorrales (arbustales), se destacan los géneros *Diplostephium*, *Pentacalia*, *Gynoxys*, *Hypericum*, *Pernettya*, *Vaccinium*, *Bejaria* y *Gaultheria*.
- Páramo propiamente dicho: Entre los 3500 (3600) hasta 4100 m. Páramo de gramíneas, se encuentran casi todos los tipos de vegetación aunque predominan los frailejonales o rosetales, pajonales y chuscales.
- Superpáramo: Franja por encima de los 4100 m hasta el límite inferior de las nieves perpetuas. Caracterizada por la discontinuidad de la vegetación y predominio del sustrato rocoso. La vegetación más común es de tipo prado con especies del genero *Draba* y matorrales del genero *Loricaria*.

#### 4.2.2 Tipos de vegetación

Los tipos fisionómicos más frecuentes son (Rangel, 2000):

- Bosques achaparrados: el área de estos bosques es andina-paramuna, de vegetación con un estrato de árbolitos de 8 a 10 m de altura dominados por una o dos especies, como los bosques de *Escallonia myrtilloides* (tibar, rodamonte), *Hesperomeles* (mortiño), y específicamente en Nariño los bosques de *Polylepis incana* (colorado).
- Matorrales: se establecen desde el páramo bajo hasta el superpáramo, de vegetación arbustiva con predominio de elementos leñosos. En estas áreas dominan géneros como *Diplostephium* y *Pentacalia* de la familia Asteraceae, como también *Castilleja* e *Hypericum*.
- Pastizales-Pajonales: se encuentra desde el páramo propiamente dicho hasta el superpáramo, de vegetación herbácea dominada por gramíneas se destacan los géneros *Calamagrostis* y *Agrostis*.
- Frailejonales-Rosetales: registrados desde páramo bajo hasta los límites con las nieves perpetuas, de vegetación con un estrato arbustivo emergente conformado por las rosetas de los géneros *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Libanothamnus*.
- Prados-Turberas-Tremedales o agrupaciones de plantas vasculares en cojín: vegetación con el predominio del estrato rasante o en algunos casos con un estrato pobre en cobertura. Se destacan los géneros *Distichia* (Colchones compactos), *Oreobolus*, *Azorella* y *Arenaria* (Cojines).

- Chuscales: vegetación homogénea en la que predomina las especies *Chusqueta tessellata* (bambú paramuno), se establece en sitios húmedos hasta pantanosos. Este tipo de vegetación puede encontrarse como vegetación azonal en las orillas de las lagunetas y charcas en la mayoría de páramos o como vegetación zonal.
- Rosetales con especies de *Puya*: se destacan en las fases finales de la colmatación de lagunetas y lagunas de páramo, rosetas gigantes de especies como *Puya santosii*, *P. goudotiana* y *P. trianae*.
- Rosetales bajos: presentes en el superpáramo, vegetación dominada por el género *Draba*, en los páramos de Nariño se encuentran las especies *D. halii* y *D. alyssoides*.

#### 4.2.3 Tipos de suelo

Comprende las siguientes categorías de suelos (Sturm, 1998): Inceptisoles (suelos jóvenes, pobremente desarrollados), Andosoles (suelos con cenizas volcánicas) e Histosoles (suelos de los pantanos). Sin embargo, Malagón & Pulido (2000) reseñan los principales tipos de suelo Colombiano para la franja alta de superpáramo donde predominan los Entisoles en zonas con o sin influencia de ceniza volcánica, aunque también se encuentran los Andisoles. En el páramo medio y alto se destacan los Entisoles, Inceptisoles y Andisoles. El páramo bajo o subpáramo presenta una mayor diversidad de suelos, los más representativos son los Entisoles y varios tipos de Inceptisoles.

En cuanto a la franja altoandina, páramo bajo y el páramo alto (páramo propiamente dicho), no se puede establecer una diferencia entre límites por lo cual es conveniente comparar la subdivisión y la composición del horizonte A y las capas típicamente orgánicas de los suelos (Sturm, 1998). Aunque una diferencia importante reside en la artropofauna, en donde el número de grupos y de individuos es mayor en los suelos con vegetación boscosa que en los frailejales o pajonales de páramo (Rangel, 2000).

#### 4.3 Historia de la región paramuna

Los páramos son considerados como ecosistemas complejos por la alta irradiación solar, las bajas temperaturas propias de las alturas y los cambios drásticos de temperatura a lo largo del día. Las condiciones ambientales extremas de los páramos han seleccionado una biodiversidad especial que presenta diferentes adaptaciones como los colores oscuros, la pequeñez y en las plantas la dureza en las hojas (Hedberg & Hedberg, 1979). Así mismo, los páramos cumplen

funciones naturales relacionadas con su capacidad de interceptar, almacenar y regular los flujos hídricos superficiales y subterráneos (MMAC, 2002).

Con el levantamiento de los Andes, hace unos seis millones de años (Mioceno) y que alcanzó su altura actual hace tres millones de años (Plioceno), se dieron importantes impactos en cuanto al clima, la geografía y la biota de aquel entonces (Van der Hammen, 1992), permitiendo que los tipos de vegetación de las zonas altas se originaran principalmente por dos medios, por la migración de la flora neotropical existentes en las tierras bajas y por la migración de elementos austral-antárticos desde el sur del continente a través de la cordillera.

Vargas & Pedraza (2004) afirman que en el cuaternario hace 2,5 millones de años cuando se inició la edad de hielo del pleistoceno, los cambios climáticos denominados periodos glaciares modelaron las tierras tropicales altas, causando fenómenos de extinción, especiación y redistribución de la biota.

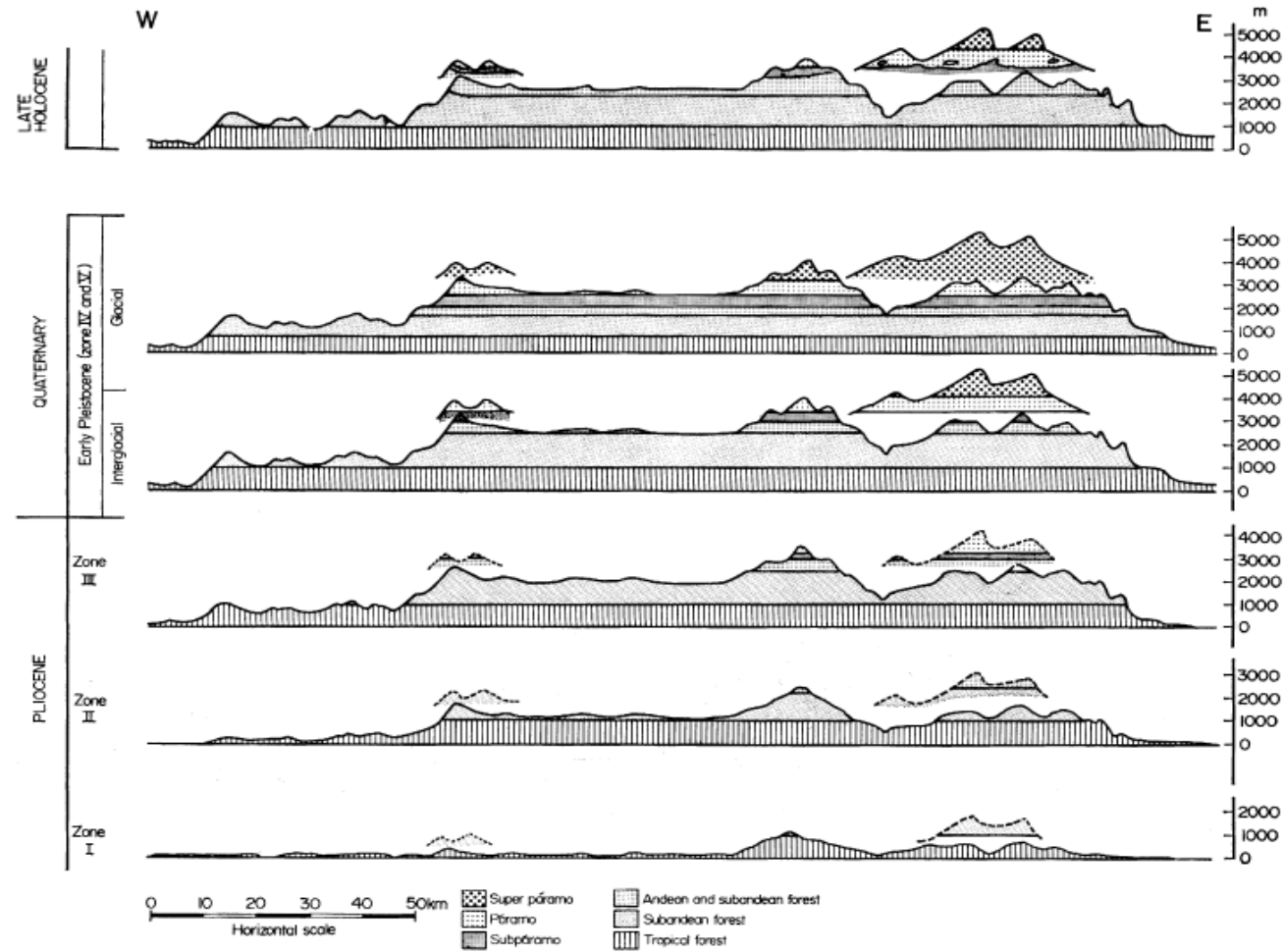
De acuerdo a Castaño-Urbe (2002), durante la inter-glaciación la vegetación paramuna ganó los espacios dejados por la retirada de los glaciares, a la vez que su límite inferior descendió, entonces la superficie cubierta por este tipo de vegetación abierta se multiplicó y muchas de las ahora “islas” de páramo estaban interconectadas, hecho que se refleja en la alta tasa de endemismos.

Durante el holoceno, probablemente entre 7.500 a 3000 años, el clima se fue volviendo más cálido, elementos del bosque andino y del subpáramo ascendieron cientos de metros por encima del límite actual haciendo que el área de páramo fuera notablemente más pequeña de los que es hoy en día, por ende el bioma páramo por tener no más de 3 millones de años, puede considerarse el más reciente de los ecosistemas formados (Castaño-Urbe, 2002).

#### **4.4 Modelo paleogeográfico de van der Hammen (1974)**

El modelo fue construido con base en información de registros de polen fósil, estratigrafía y análisis de  $C^{14}$  tomada de núcleos sedimentarios extraídos durante veinte años en diferentes páramos de Colombia. Thomas van der Hammen (1974) logró determinar los cambios en los patrones de distribución de la cobertura del páramo durante los últimos 14000 años, estos cambios hacen referencia a como el límite natural del páramo ascendió a mayores elevaciones de 2.000m a 5.000m (superpáramo) a causa del aumento en la temperatura global promedio, que marcó el inicio del Holoceno.

Esta respuesta, causó que la cobertura de los páramos se mantuviera restringida a las cumbres y en consecuencia, su área geográfica se contrajera y fragmentara. Según Van der Hammen (1974), este proceso habría sido la causa de una serie de eventos de vicarianza para muchas especies (Figura 1)



**Figura 1. Secciones a través de la cordillera oriental (Colombia) que muestra la reconstrucción de franjas de vegetación, durante las sucesivas fases de elevación y durante el pleistoceno temprano, interglaciario y glacial.**

Fuente. Modificado de van der Hammer (1974)



#### 4.5 Relación Especie – Área

La relación especie – área hace parte de la biogeografía insular y fue expuesta por McArthur & Wilson (1963, 1967) quienes afirmaron que la tasa de extinción esta negativamente correlacionada con el área y la tasa de inmigración inversamente correlacionada con la distancia entre las islas y una fuente de orígenes faunístico, además esta teoría propone que el número de especies de una isla es aumentado por inmigración desde el continente más cercano y constantemente disminuido por extinciones locales (Pielou, 1979).

Asimismo existen dos cosas importantes en la teoría de islas, el número de especies (S) incrementa con el tamaño de la isla (Área) y con la proximidad a la fuente de colonización, en otras palabras las islas de áreas menores y lejos de la fuente de colonización mantienen pocas especies en tanto que islas de mayor área y cercanas a la fuente de colonización presentan una mayor riqueza de especies, la geografía de islas también aplica a lagos, cimas de las montañas, fragmentos forestales (Newton, 2003).

#### 4.6 Avifauna altoandina y paramuna

La avifauna es uno de los grupos más conocidos dentro la fauna presente en los Andes colombianos (Solarte et al., 2007). De acuerdo con Vuilleumier (1979, 1986) la mayoría de estas especies debieron originarse localmente, otras se originaron en los andes de la Patagonia y tan sólo un pequeño porcentaje de esta proviene de afuera del eje Andino-Patagónico y de Norte América.

La historia geográfica y evolutiva de las especies de aves de alta montaña puede ser explicada por efectos a corto plazo (competencia), mediano plazo (insularidad) y largo plazo (especiación). La colonización de la parte Alta de los Andes tuvo un importante componente proveniente de la parte Austral del continente en el cual mucha de la avifauna fue originada *in situ* (Vuilleumier, 1986).

Respecto a la diversidad de aves Rangel (2000) registró aproximadamente 153 especies a nivel de Colombia, de los cuales 83 se ubican en los páramos nariñenses (Stiles, 1997), aunque de acuerdo con la información de caracterizaciones y monitoreos adelantados en los páramos de Cumbal, Chiles, Galeras, Azufral y Complejo volcánico Doña Juana, se reportan 107 especies.

Actualmente se conocen 182 especies de aves en los Páramos de Nariño, nominando así a los páramos del departamento como los más diversos y ricos de todo el territorio Colombiano (Bonilla & Calderón, 2006; Solarte et al., 2007). Cabe destacar que las familias con mayor

número de géneros y especies reportadas son Trochillidae, Thraupidae y Tyrannidae. Los géneros más ricos *Eriocnemis*, *Octhoeca*, *Diglossa*, con cinco especies respectivamente, seguido por, *Anas*, *Falco*, *Scytalopus* y *Mecocerculus*, *Coeligena*, *Turdus*, *Myioborus*, *Conirostrum*, *Catamenia*, entre otros (Bonilla & Calderón, 2006; Solarte et al., 2007).

Un factor importante que explica la riqueza de aves en los páramos es la cercanía al bosque altoandino y sus parches en medio de la vegetación paramuna, lo cual permite establecer diferentes nichos para la fauna residente en el páramo, no sobra resaltar que las aves de páramo en particular y de la fauna en general deben adaptarse a las condiciones extremas de este ambiente como variación de la temperatura, presencia constante de vientos y ciclos de precipitación, lo cual explica su baja riqueza en comparación con otros ecosistemas tropicales (Calderon-Leyton, com.pers).

#### **4.7 Área de distribución geográfica**

Se puede considerar el área de distribución de una especie como aquella fracción del espacio geográfico donde tal especie está presente e interactúa de manera no efímera con el ecosistema (Espinosa et al., 2002; Zunino & Zullini, 2003). El área de distribución de una especie es una expresión completa de su ecología y la historia evolutiva (Morrone, 2000), determinada por diversos factores que operan en diferentes intensidades y a diferentes escalas (Soberon & Peterson, 2005).

El área de distribución de una especie puede caracterizarse en términos de su tamaño, ubicación geográfica y continuidad, entre otros atributos (Espinosa et al., 2002). Así, el área de distribución de una especie es el área habitada por la misma. Operacionalmente se la reconoce en el mapa como el conjunto de localidades o la superficie geográfica donde ejemplares de la especie han sido colectados o registrados (Espinosa et al., 2002).

Cuando se intenta describir la relación entre área de distribución de una especie, en general solo se aceptan dos alternativas: las áreas son simpátridas o son alopátridas (Espinosa et al., 2002). La alopatría supone una disyunción total entre las dos áreas de distribución, en cambio la simpatría implica un solapamiento entre las áreas de distribución, pero este solapamiento muestra una gama continua de variación (Espinosa et al., 2002). Se distinguen tres tipos de distribución simpátrida, la homopatría que consiste en un solapamiento total de un par de áreas, la endopatría, cuando la relación entre dos áreas es tal que una de ellas es subconjunto de la otra

y la alelopatría, donde dos áreas son diferentes y muestran intersección no vacía (Espinosa et al., 2002).

Una consecuencia del gran alcance del concepto de área de distribución involucra los aspectos teóricos de la biogeografía histórica. Si la especie es lo que confiere realidad de “área de distribución” al espacio que ocupa (en virtud de las interacciones que entre ambas entidades se establecen, como partes de un sistema integrado), entonces el área de distribución y su ocupante comparten una historia común (Olvera, 2010). Más precisamente, el área de distribución, al igual que la especie, tiene propiedades ontológicas: nace (con el nacimiento del ocupante), se modifica a través del tiempo y desaparece al desaparecer su ocupante (Zunino & Zullini, 2003).

El área de distribución de una especie puede ampliarse, reducirse, desplazarse, fragmentarse y sufrir otras modificaciones antes de desaparecer con la extinción de su ocupante (Zunino & Zullini, 2003). En el pasado, algunos autores indicaron que la evolución del área de distribución respondería a un proceso cíclico comparable al ciclo biológico del individuo; es decir, las áreas pasarían por la etapa de juventud, madurez y, finalmente, envejecimiento (Zunino & Zullini, 2003; Newton, 2003).

La más simple modificación que puede afectar un área de distribución es la expansión seguida de contracción. Si al final del proceso el área ocupada por la especie ya no coincide con el territorio original, entonces se habla de desplazamiento. Los episodios de expansión y contracción de las áreas pueden complicarse en varias formas y llevar a la formación de unidades aisladas, en presencia o no de barreras (Zunino & Zullini, 2003)

#### **4.8 Áreas de endemismo y Análisis de Parsimonia de Endemismo (PAE)**

Un área de endemismo puede definirse como una unidad caracterizada por la congruencia en las distribuciones de dos o más especies o con una gran proporción de solapamiento (Espinosa et al., 2000). Uno de los métodos para identificar dichas áreas es el Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE) (Rosen, 1988). El PAE clasifica áreas con base a sinapomorfias geográficas, es decir los grupos estarán soportados por los taxones compartidos análogo a los caracteres en la sistemática filogenética, mediante el criterio de simplicidad (Escalante & Morrone, 2003).

En el PAE por lo tanto, se propone hipótesis falseables de homología biogeográfica primaria (Morrone, 2004) y maximiza la congruencia de las distribuciones de los taxa a analizar (Posadas & Miranda-Esquivel, 1999). El PAE en biogeografía histórica permite mostrar los

patrones naturales de las especies (Posadas & Miranda-Esquivel, 1999) y como resultado áreas agrupadas en forma jerárquica (Morrone & Crisci, 1995; Espinosa et al., 2000). El PAE representa un sistema en el que las áreas más pequeñas se anidan dentro de áreas más grandes. Las áreas más pequeñas quedan sustentadas por especies únicas y contienen además las especies de las áreas que las agrupan (Posadas, 1996).

Un área de endemismo puede definirse mediante la superposición de las áreas de distribución de dos o más especies diferentes (Platnick, 1991; Espinosa et al., 2000). La identificación de dichas áreas es de algún modo un proceso subjetivo ya que la superposición de las áreas de distribución nunca es total (Espinosa et al., 2000).

Este tipo de estudios son de gran importancia ya que facilitan los procesos de conservación, ofreciendo información sobre las áreas de mayor importancia florística y faunística, permitiendo evaluar áreas protegidas en función a las especies endémicas (Toledo, 1988). Estudios como el de Myers et al. (2000) identifican, con base en la distribución geográfica de plantas y vertebrados endémicos, 25 *hotspots* (Áreas prioritarias para la conservación), dado que están sufriendo un proceso de pérdida de hábitat.

Ippi & Flores (2001) definieron áreas de endemismo de tortugas neotropicales y lo relacionaron con el trabajo sobre *hotspots* de Myers et al. (2000), donde las áreas de endemismo fueron superpuestas con los *hotspots* de este trabajo encontrando coincidencias entre los dos tipos de unidades, confirmando la utilidad del PAE como método rápido para evaluar la riqueza a escala continental en función de la distribución geográfica de las especies y a fin de definir estrategias evolutivas de conservación (Crisci et al., 1999)

## 5 .MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Área de estudio

El Departamento de Nariño se encuentra entre los 00°31'08'' y los 02°41'08'' de latitud norte, y los 76°51'19'' y 79°01'34'' de longitud oeste, situación que lo ubica dentro de la zona Ecuatorial, en el suroccidente de la República de Colombia. Limita al norte con el departamento del Cauca, al sur con la República de Ecuador, al oriente con los departamentos de Putumayo y Cauca, y al occidente con el océano Pacífico (Delgado et al., 2007).

La mayor parte de los ecosistemas paramunos en la zona andina nariñense están sobre la Cordillera de los Andes y el Nudo de los Pastos. Solarte et al (2007) dividieron los páramos en zonas de la siguiente manera (Figura 2):

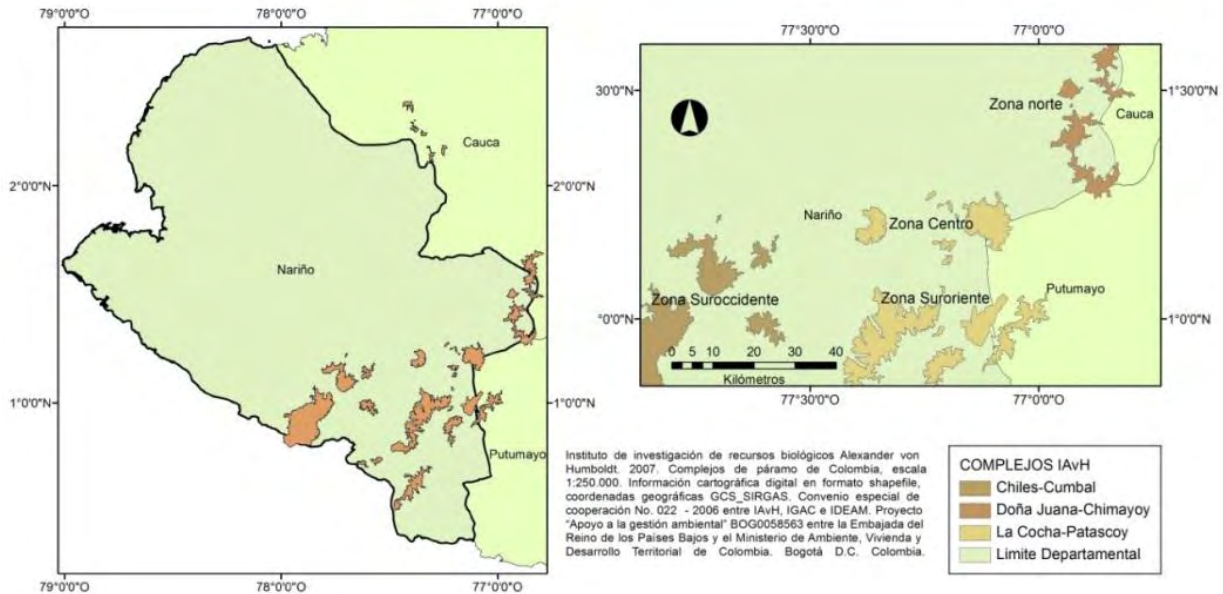
a) Zona norte: Ubicados en los municipios de Tablón de Gómez, San Bernardo, La Cruz y San Pablo entre 01° 40'N hasta 01° 17'N, se destaca los páramos del complejo Volcánico Doña Juana y Cerro Juanoy influenciados por corrientes de aire provenientes de Río Patía y la Amazonia que ascienden a lo largo de la cordillera Centro-Oriental. Aunque, lo más relevante de estos páramos es que están entre zonas de de gran significancia, como Petacas – Animas, Volcán Doña Juana, Cerro Machete de Doña Juana y Cerro Juanoy se encuentra influenciada por una alta actividad volcánica.

b) Zona Centro: Ubicados en los municipios de Nariño, La Florida, Sandoná, Consacá, Yacuanquer, Tangua, Buesaco y Pasto entre 0° 47' N hasta 01° 17'N, en esta zona se encuentran complejos paramunos aislados como los páramos del Volcán Galeras, Morasurco y Bordoncillo. También están presentes páramos como El Tábano, Cerro Alcalde, Cerro Patascoy y los páramos Azonales de la Cocha.

c) Zona Suroriente: Ubicados en los municipios de Tangua, Funes, Puerres, Córdoba, Ipiales y Potosi entre 0° 32'N y 01° 05'N, en esta zona se localizan páramos correspondientes al corredor paramuno entre Ovejas, Sucumbios y Palacios; la influencia en estos páramos está determinada por las condiciones andino-amazónica, a los fenómenos climáticos de las áreas montañosas intra-andinas y bajo influencia de las masas de aire del valle del río Guátara.

d) Zona Suroccidente: los páramos de esta zona están ubicados en los municipios de Mallama, Tuquerres, Guaitarilla, Santacruz, Iles, Ospina, Contadero, Gualmatán, Pupiales, Guachucal y Cumbal entre 0° 44'N hasta 01° 14'N. Se localizan los páramos de los volcanes

Chiles, Cerro Negro de Mayasquer y Cumbal. También, se destaca zonas con páramos aislados como Quitasol y Paja blanca que presentan similitudes climáticas con otros páramos como Galeras y Morasurco.



**Figura 2. Páramos de Nariño, Zonificación propuesta en Solarte et al. (2007).**

### Complejos de páramo IAVH

Fuente. (Morales et al., 2007).

## 5.2 Obtención de la información geográfica

Se realizaron consultas directas en la base de datos de aves de la Asociación GAICA, el grupo de Investigación en Ecología Evolutiva de la Universidad de Nariño, el Museo de Historia Natural PSO-CZ de la Universidad de Nariño, Tesis e informes gubernamentales (CORPONARIÑO 2004, 2008, 2009a, 2009b), para la obtención de los registros georreferidos de las especies de aves de altamontaña en Nariño.

Los mapas de los páramos de Nariño (Solarte et al., 2007) se leyeron en el programa ArcGis 10.2 (ESRI, 2012) para la elaboración de los mapas. Los registros fueron proyectados en el programa ArcGis 10.2 (ESRI, 2012) y se intersectaron con el mapa de páramos de Nariño (Solarte et al., 2007) para obtener únicamente aquellos registros que coincidieron espacialmente con los páramos de Nariño. En cada Páramo se obtuvo el número de localidades y registros totales para determinar vacíos de información (Noguera-Urbano & Escalante 2014).

Se estimó la riqueza de aves en cada páramo considerando como variables el número de familias, géneros y especies, incluyendo los registros de aves migratorias. La nomenclatura fue actualizada con la Clasificación de Especies de Aves de Sur America (A Classification of the Bird Species of South America, 2014).

Con el fin de evaluar si en los páramos de Nariño existe una tendencia entre la riqueza de aves y el tamaño del páramo, se aplicó una prueba de relación no paramétrica de Spearman entre el logaritmo de la riqueza y el logaritmo del área (Ha). Las áreas de los páramos se calcularon sobre los polígonos de los páramos del departamento de Solarte et al., (2007).

### **5.3 Análisis de parsimonia de endemismo (PAE)**

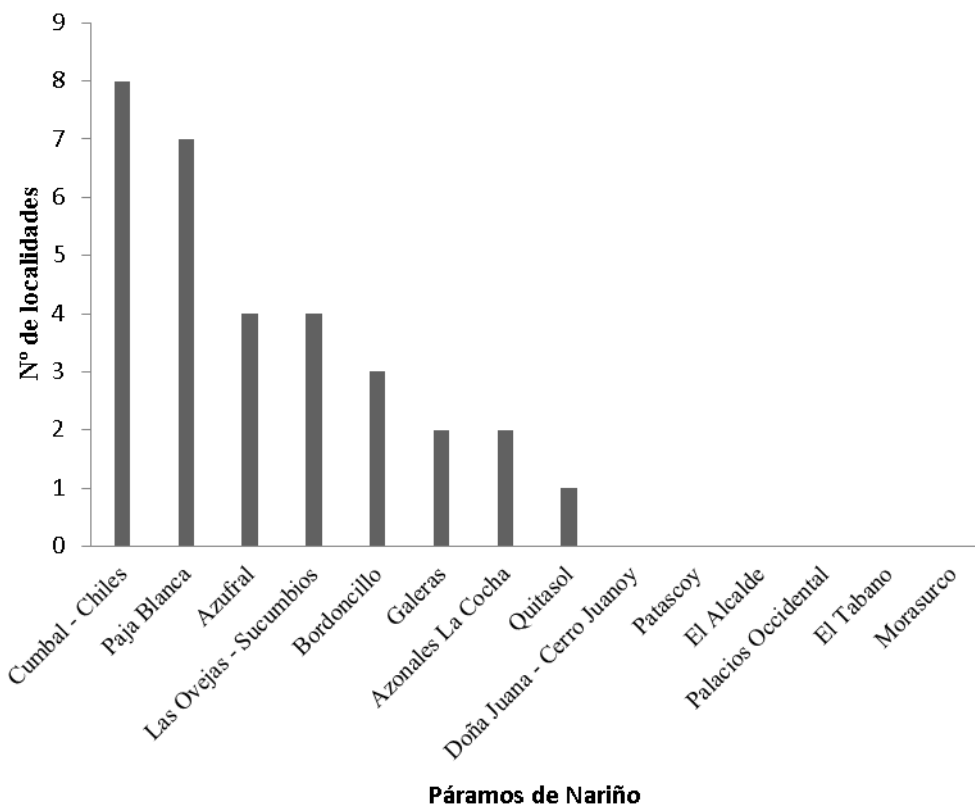
Para analizar las áreas de endemismo se realizó un PAE por localidades Rosen (1988), para este análisis no se tuvo en cuenta los registros de aves migratorias. Se construyó una matriz de datos, donde las columnas representaron las especies y las filas las unidades de comparación, en este caso los páramos. La presencia de una determinada especie en un páramo se codificó como 1 y su ausencia como 0 (Morrone, 1994). Cualquier taxón común a todas las localidades o presente en solamente una de ellas fue eliminado del análisis, ya que se considera poco informativo. Para enraizar el árbol se adicionó un área ancestral hipotética codificada con 0 en todas las columnas (Morrone, 1994).

La matriz fue analizada con un algoritmo de máxima parsimonia, se aplicó una búsqueda heurística (Multiple TBR) en Winclada (Nixon, 1999) y Nona (Goloboff, 1993), se obtuvieron 100 árboles por análisis y se hicieron 50 repeticiones. Las áreas de endemismo fueron identificadas aplicando el concepto de Platnick (1991), quién propuso que un área de endemismo debe estar soportada por la congruencia de al menos dos especies. En el cladograma las áreas de endemismo fueron aquellos clados soportados por al menos dos sinapomorfias o especies (Platinck, 1991). Las áreas de endemismo se representaron sobre mapas de los páramos de Nariño.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Riqueza de especies de la avifauna paramuna nariñense

Se obtuvieron en total de 1.231 registros de especies de aves, en 31 localidades de ocho páramos de Nariño. Los páramos con los mayores números de localidades muestreadas fueron Cumbal-Chiles, Paja Blanca y Azufral, seguidos de Ovejas-Sucumbios y de Bordoncillo, Galeras, Azonales y Quitasol (Figura 3). Por otra parte, el 7.14 % de los datos de la avifauna para la zona paramuna del norte no son representativos; en tanto que para seis páramos (Alcalde, El Tábano, Patascoy, Morasurco y Palacios Occidental) no se han adelantado caracterizaciones de aves.



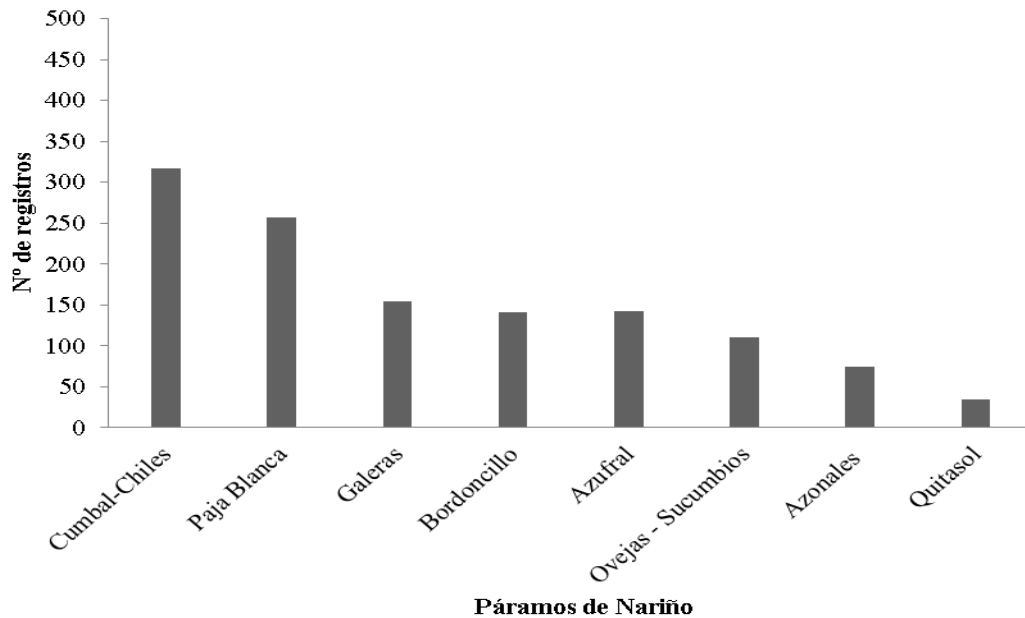
**Figura 3. Número de localidades con registros de avifauna paramuna distribuidas por páramo en Nariño.**

Fuente. Este estudio

De acuerdo con la figura 4, el mayor número de registros de aves se encontraron hacia la zona occidental (Cumbal-Chiles [317 registros], Paja Blanca [257 registros], Azufral [142 registros] y Quitasol [35 registros]), que corresponde al 61% del total de los datos consultados.



Por otra parte la zona centro agrupo un 30% del número de observaciones: Galeras (154 registros), Bordoncillo (141 registros) y Azonales (74 registros). Finalmente la zona suroriental representada por el páramo de Ovejas-Sucumbios presento 111 registros correspondiente al 9% del total.



**Figura 4. Número de registros de aves paramunas en Nariño.**

Fuente. Este estudio

En general, los 1.231 registros de aves de páramos del departamento de Nariño representaron 178 especies de 113 géneros y 35 familias; cabe destacar que el 9% de las especies fueron migratorias (Anexo A).

La tabla 1 muestra el número de especies, géneros y familias reportadas por páramo, de esta forma aquellos localizados hacia el suroccidente del departamento se caracterizan por albergar una mayor cantidad de especies (322), géneros (239) y familias (92). Los páramos que se ubican hacia la zona centro del departamento presentaron 217 especies de 159 géneros y 65 familias.

Finalmente la zona suroriental corresponde a la de menor riqueza (71 especies) puesto que solo se trabajaron datos del páramo de Ovejas-Sucumbíos dada la ausencia de estudios hacia otras localidades del mismo y en Cerro Palacios.

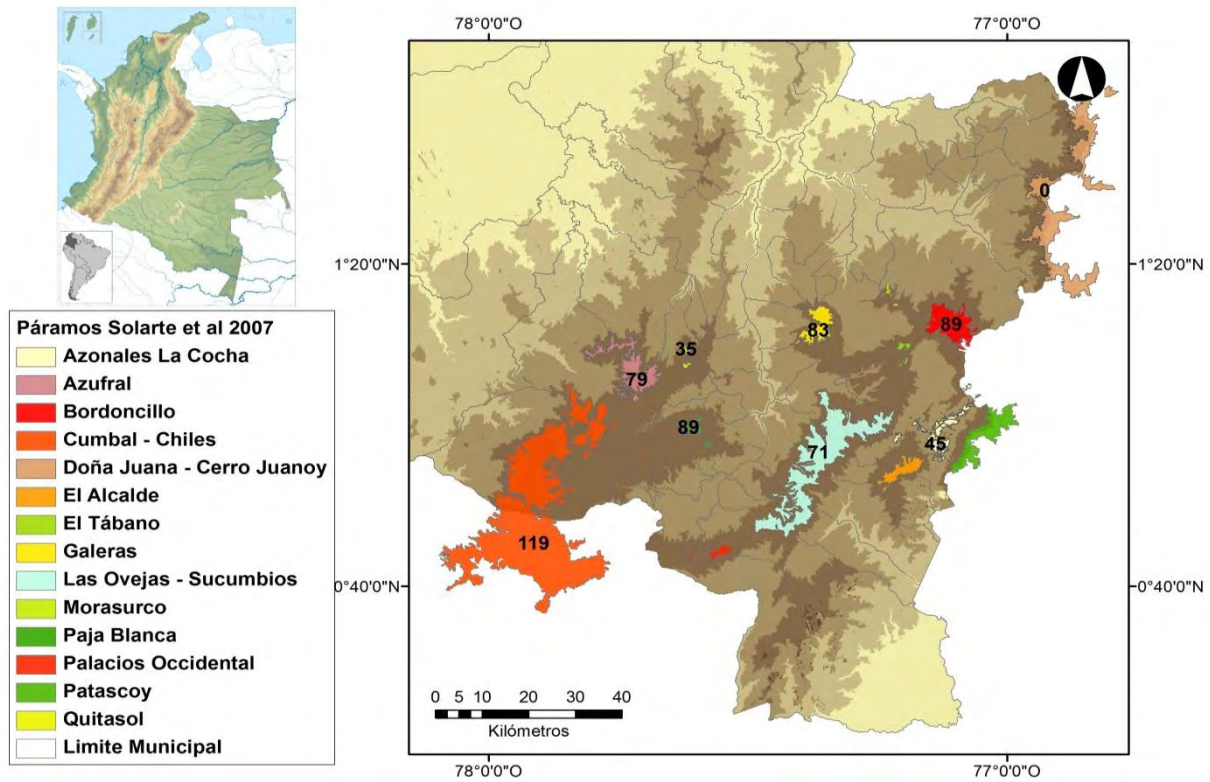
**Tabla 1.**

**Número de especies, géneros y familias de aves en ocho páramos de Nariño.**

Zona	Páramos	Especies	Géneros	Familias
Suroccidental	Cumbal-Chiles	119	85	30
	Paja Blanca	89	62	24
	Azufral	79	61	23
	Quitasol	35	31	15
Centro	Bordoncillo	89	65	25
	Galeras	83	60	21
	Azonales	45	34	19
Suroriental	Ovejas-Sucumbios	71	52	23

Fuente. Este estudio

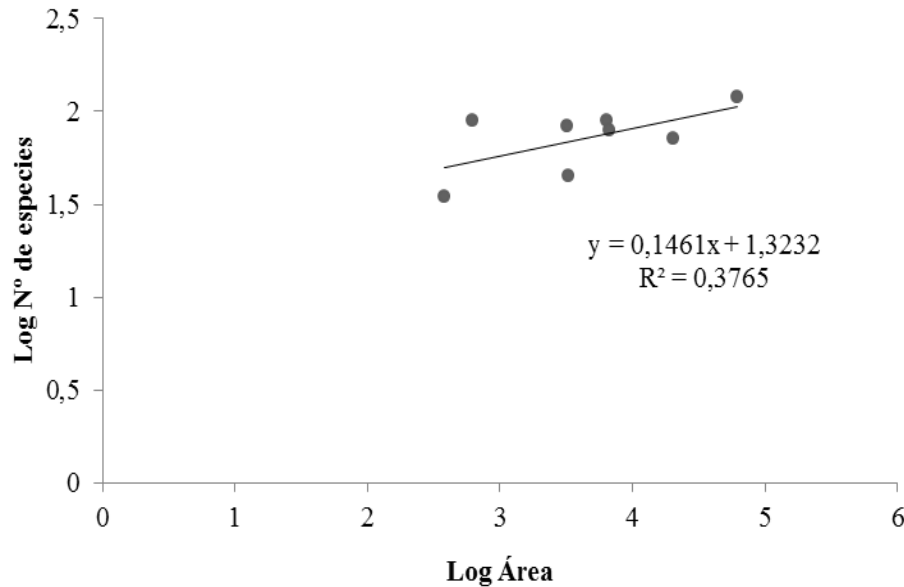
Conforme a la anterior tabla, la Figura 5 muestra gráficamente la distribución de la riqueza (número de especies) en los ocho páramos tomados en cuenta para los análisis.



**Figura 5. Mapa de riqueza de especies en los páramos de Nariño.**

Fuente. Este estudio

La correlación no paramétrica de Spearman a un nivel de confianza del 95% indica que la asociación entre el número de especies y el área de los ocho páramos de Nariño, tiende a ser positiva; sin embargo no es significativa (P-valor: 0,33;  $R_s$ : 0,61;  $R^2$ : 0,37. Figura 6). Esto indica que hay una leve tendencia entre las dos variables semejante a la que ocurren en las islas.

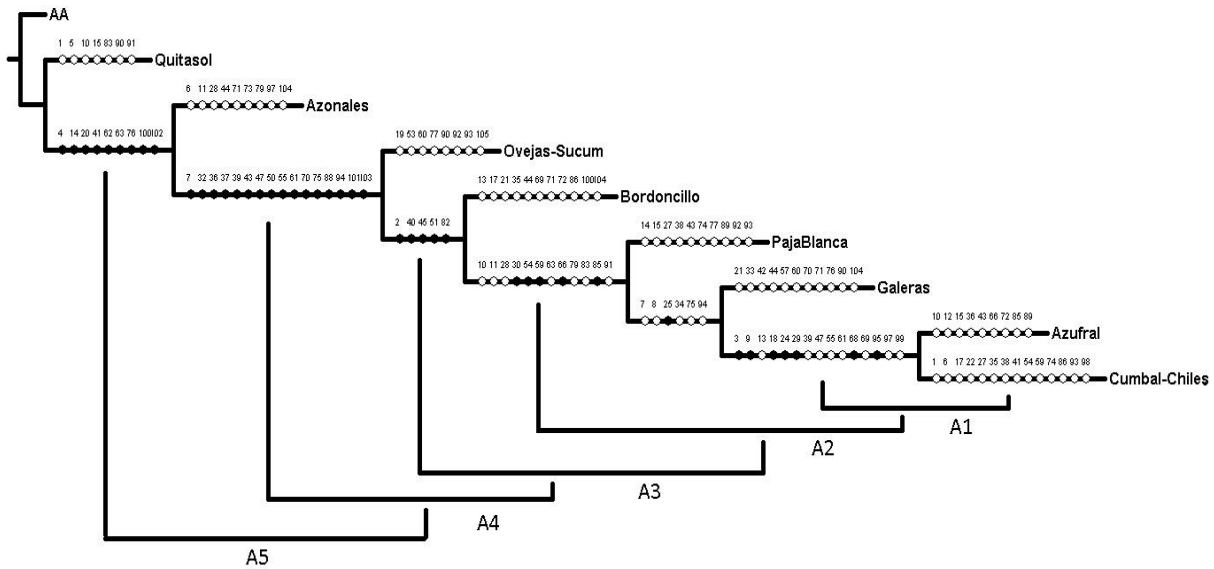


**Figura 6. Relación riqueza por área a partir de sus logaritmos.**

Fuente. Este estudio

## 6.2 Análisis de parsimonia de endemismos PAE

El análisis de parsimonia de endemismos para la avifauna de los páramos del departamento de Nariño permitió obtener un cladograma totalmente resuelto de 221 pasos (IC: 0.49, IR: 0.48). (Figura 7; Anexo B).

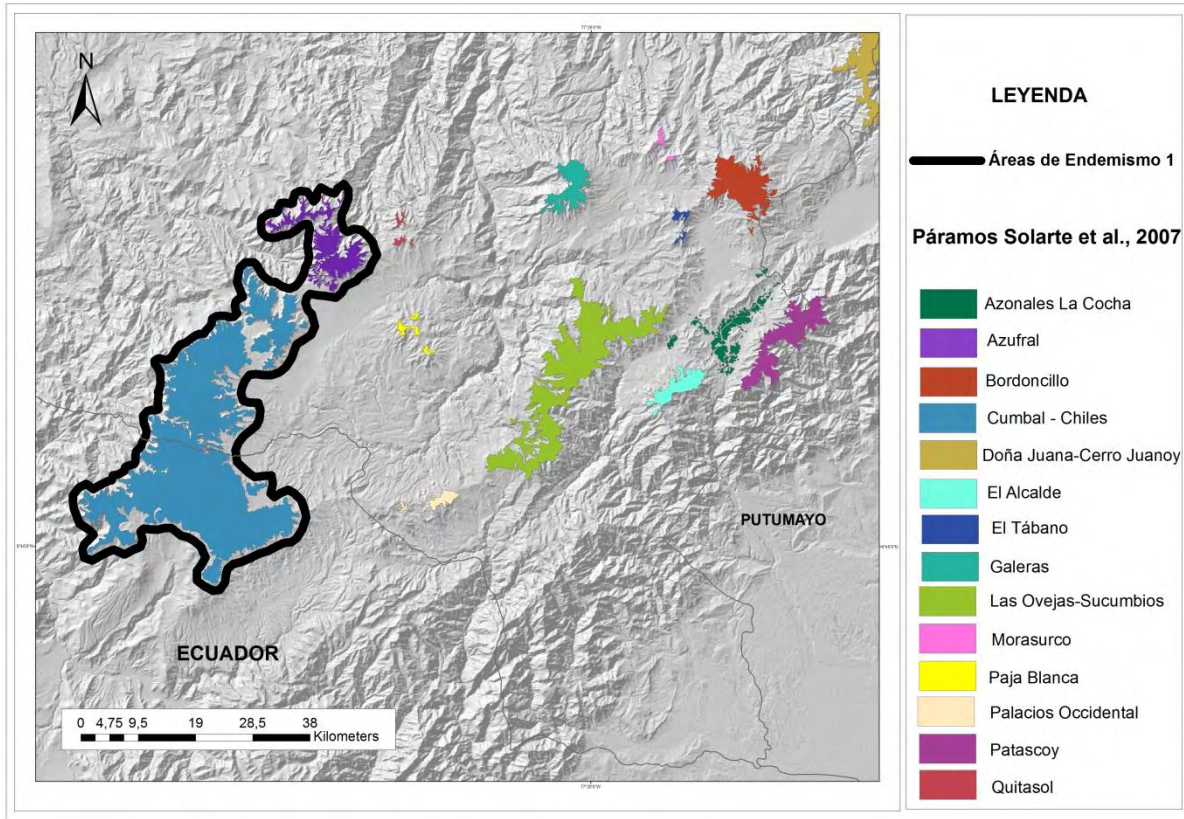


**Figura 7. Cladograma resultado de un análisis de PAE para la avifauna de los páramos de Nariño.**

Fuente. Este estudio

En el cladograma se obtuvo un sistema de integrado por cinco áreas de endemismo (Figura 7), las cuales se presentan a continuación:

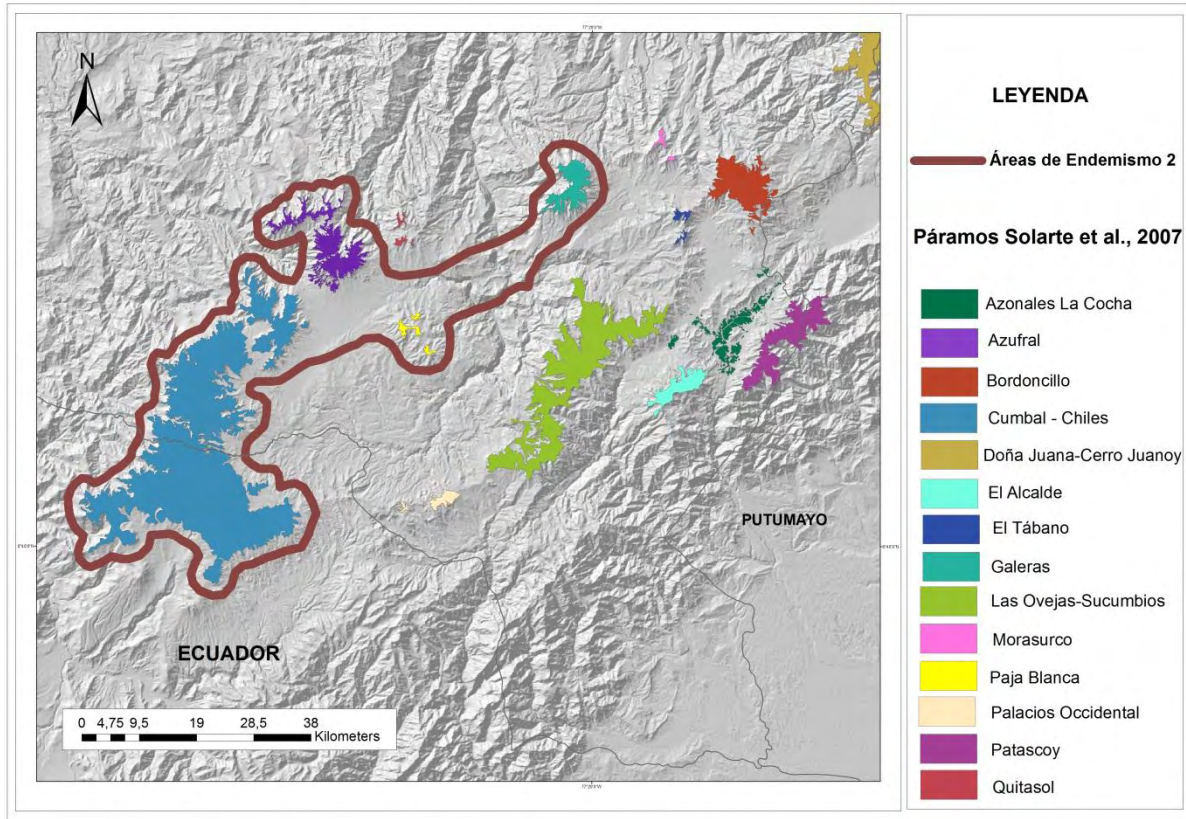
Área de endemismo 1: Comprende dos páramos del suroccidente de Nariño (Cumbal-Chiles y Azufral), esta soportada por seis especies endémicas (*Anthus bogotensis*, *Catamenia analis*, *Cinclodes excelsior*, *Cnemarchus erythropygius*, *Metriopelia melanoptera* y *Sporagra magellanica*) (Figura 8).



**Figura 8. Área de endemismo 1 que agrupa los páramos más sobresalientes del suroccidente de Nariño.**

Fuente. Este estudio

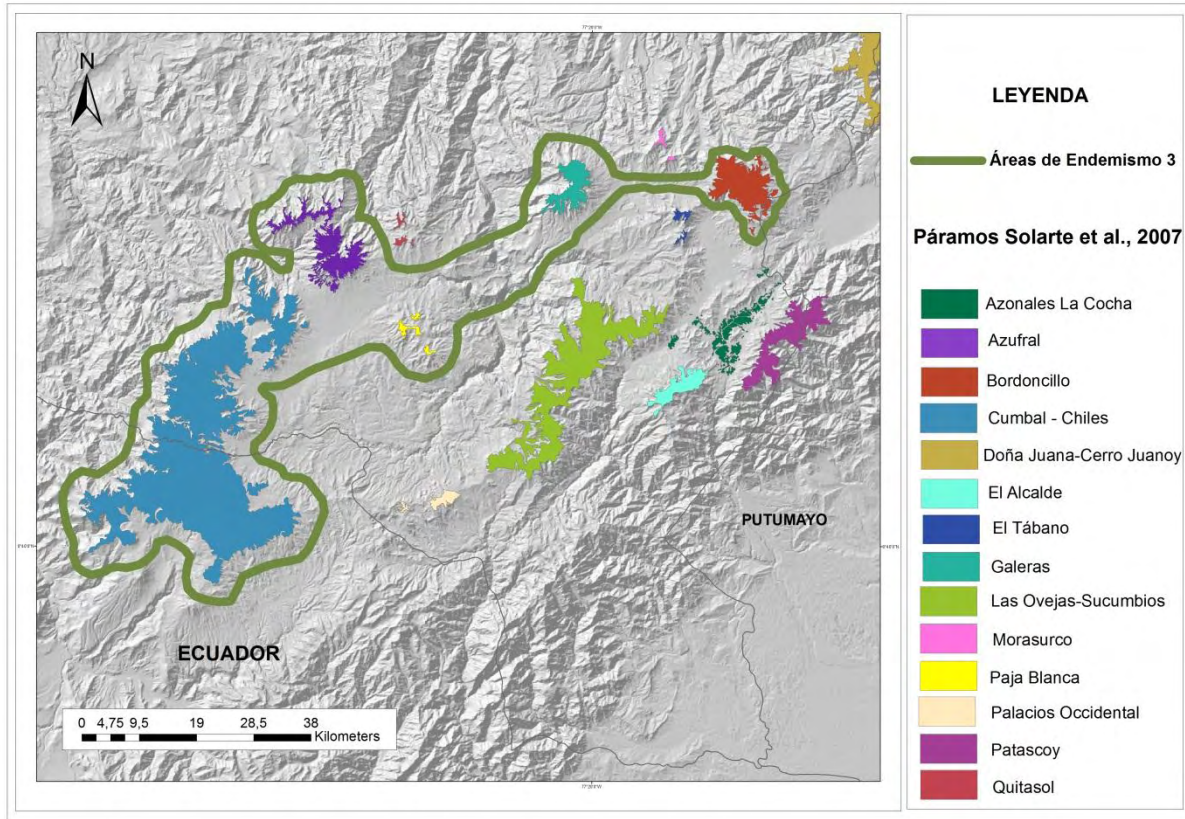
Área de endemismo 2: Incluye a cuatro páramos (Galeras, Paja Blanca, Cumbal-Chiles y Azufral), está sustentada por cinco especies endémicas (*Cnemathraupis eximia*, *Grallaria ruficapilla*, *Hemispingus superciliaris*, *Mecocerculus minor* y *Phyllomyias nigrocapillus*) (Figura 9).



**Figura 9. Área de endemismo 2 que agrupa los páramos del suroccidente de Nariño y Galeras como parte de la zona centro.**

Fuente. Este estudio

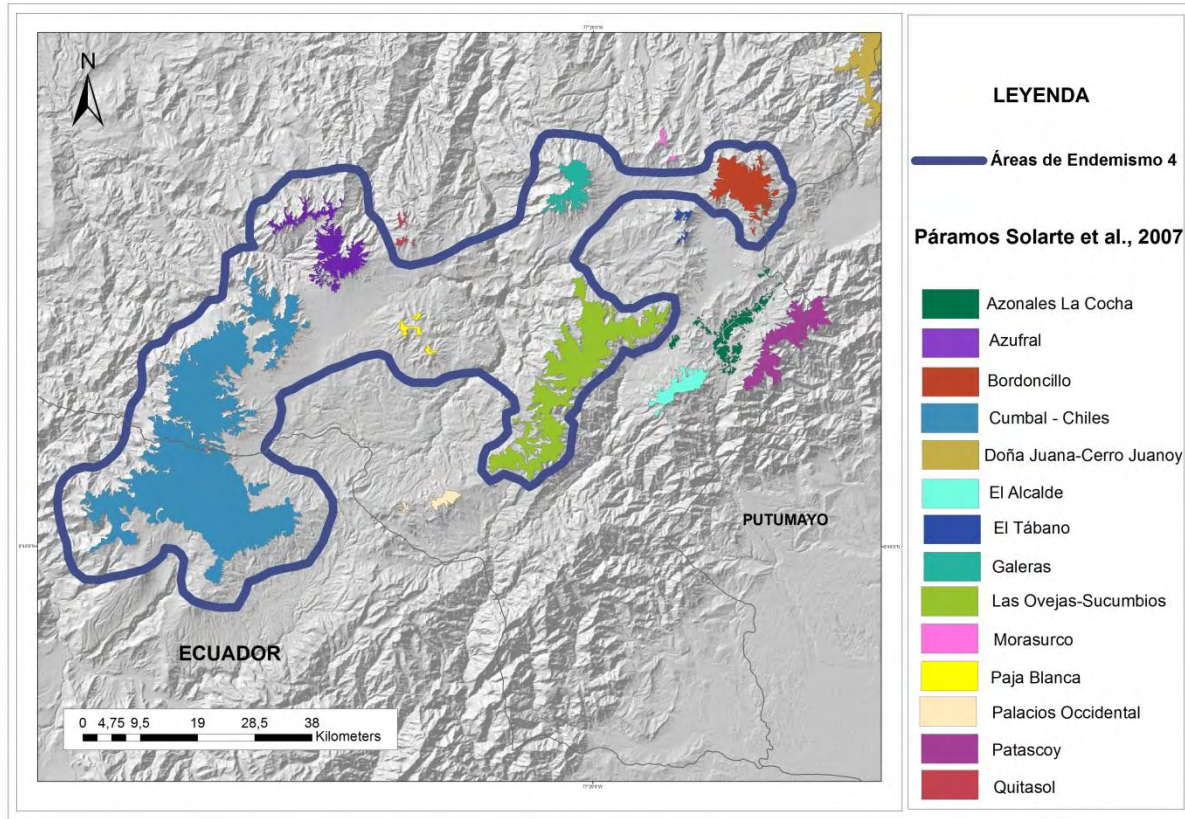
Área de endemismo 3: Agrupo cinco páramos, dos de la zona centro (Bordoncillo y Galeras) y tres de la zona occidental (Paja Blanca, Cumbal-Chiles y Azufral). Esta área esta soportada por cinco especies (*Aglaeactis cupripennis*, *Dubusia taeniata*, *Eriocnemis derbyi*, *Geranoaetus polyosoma* y *Phalcoboenus carunculatus*) (Figura 10).



**Figura 10. Área de endemismo 3 representada por los páramos de Bordoncillo y Galeras (zona centro), junto con Paja Blanca, Chiles-Cumbal y Azufral (zona suroccidental).**

Fuente. Este estudio

Área de endemismo 4: Une a un páramo del suroriente de Nariño (Ovejas-Sucumbíos) con dos de la zona centro (Bordoncillo y Galeras) y tres de la zona suroccidental (Paja Blanca, Cumbal-Chiles y Azufral). Esta área está caracterizada por ocho especies (*Troglodytes solstitialis*, *Tangara vassorii*, *Pterophanes cyanopterus*, *Myioborus miniatus*, *Geranoaetus melanoleucus*, *Diglossa albilatera*, *Conirostrum sitticolor*, *Coeligena lutetiae*) (Figura 11).

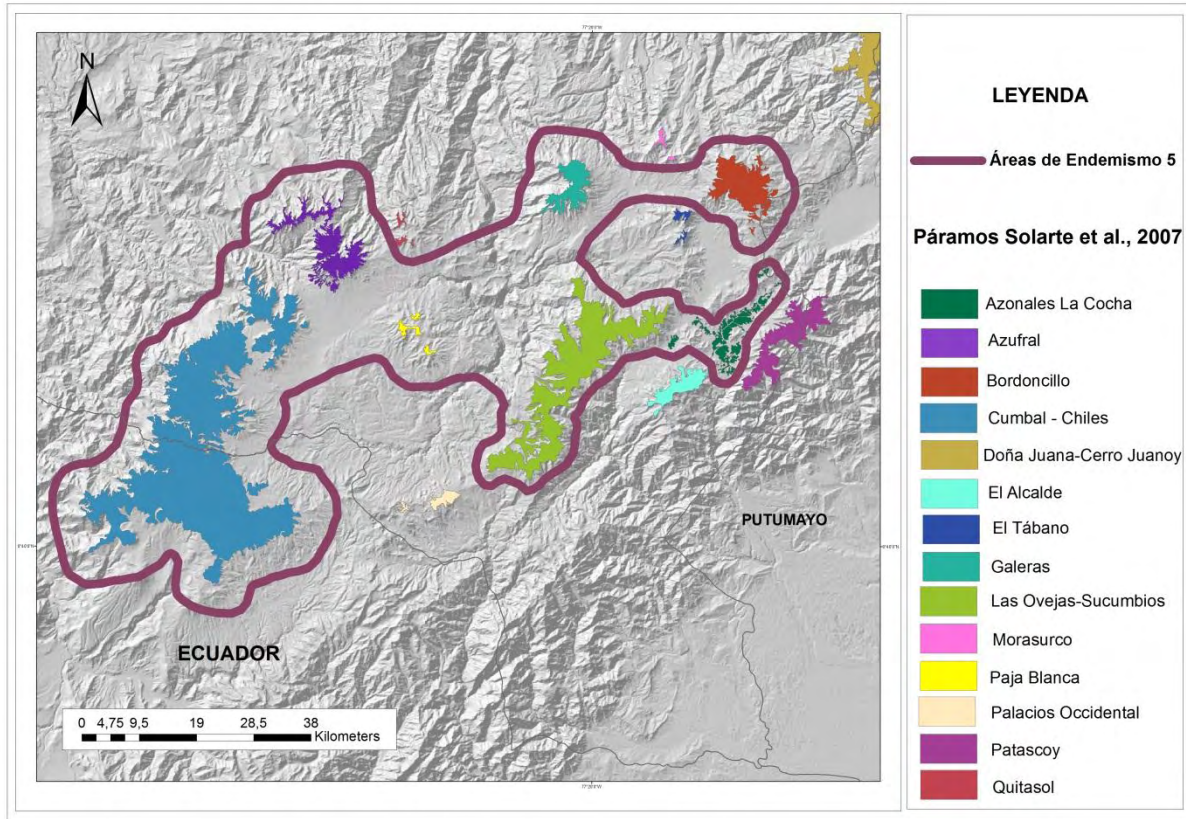


**Figura 11. Área de endemismo 4 correspondiente a los páramos de las zonas centro (Bordoncillo y Galeras), suroriente y suroccidente (excepto Quitasol).**

Fuente. Este estudio

Área de endemismo 5: Agrupa la totalidad de los páramos evaluados a excepción de Quitasol y que denota finalmente el área de endemismo anidada. Involucra entonces a los páramos de Ovejas-Sucumbíos (zona suroriental), los páramos Azonales de La Cocha, Bordoncillo y Galeras (zona centro) y los páramos de Paja Blanca, Cumbal-Chiles y Azufral (zona suroccidental), sustentado por las ocho especies de aves (*Ampelion rubrocristatus*, *Atlapetes pallidinucha*, *Catamenia inornata*, *Elaenia frantzii*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Myiothlypis nigrocristata*, *Systellura longirostris* y *Troglodytes aedon*) (Figura 12).





**Figura 12. Área de endemismo 5 que agrupa los páramos de la zona centro, zona oriental y zona suroccidental (excepto Quitasol). La figura muestra que corresponde a un área de endemismo anidada.**

Fuente. Este estudio

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Riqueza de especies de la avifauna de la alta montaña Nariñense

En los ecosistemas paramunos ocurren procesos evolutivos, geológicos y ecológicos que modifican los patrones de distribución de la flora y fauna de alta montaña (Van der Hammen, 1974; Josse et al., 2009), por esta razón son de gran interés para la investigación biológica, particularmente en el campo de la ornitología y la biogeografía. Sin embargo, a pesar del esfuerzo que se ha realizado por conocer la gran diversidad de avifauna existente en los páramos de Nariño, aún existen seis páramos sin explorar, donde se pueden adelantar los estudios respectivos que contribuyan notoriamente al incremento de los registros y datos sobre la avifauna local, regional y nacional. Probablemente, la difícil topografía de los páramos sin información y la fragilidad del orden público ha imposibilitado la obtención de listas de chequeo en esos lugares.

Por otra parte, según Rangel (2000) y Delgado & Rangel (2000) cerca de 154 especies de aves se han observado en Colombia de las cuales el 54,2% están presentes en los páramos de Nariño (Stiles, 1997). Sin embargo, al parecer esta riqueza está subestimada puesto que Bonilla & Calderón (2006) encontraron que los páramos de Galeras, Cumbal-Chiles, Doña Juana, Azonales (La cocha) y Azufral albergan cerca de 182 especies. En este trabajo se presenta una lista anotada que sobrepasa a los listados previos a lo largo de 31 localidades ubicadas en los páramos de Cumbal-Chiles, Azufral, Azonales (La cocha), Quitasol, Paja blanca, Bordoncillo, Ovejas-Sucumbios y Galeras.

Cabe resaltar que los datos registrados por Ayerbe (2006) en seis localidades del páramo de Doña Juana-Juanoy no fueron considerados para este estudio debido a que las localidades reportadas son inexactas. Sin embargo esos datos fueron tenidos en cuenta para anteriores investigaciones como en el caso de Bonilla & Calderón (2006).

A pesar de los esfuerzos que se han realizado durante años para lograr establecer un número aproximado de la riqueza total de aves en los páramos, se ha encontrado que los estudios están concentrados en ciertas zonas que corresponden al 60% de la información existente, el 40% restante corresponde a los páramos de Patascoy, El Tabano, El Alcalde, Palacios Occidental y Morasurco.

Sin embargo características bioclimáticas, posición geográfica, e intervención antrópica son factores que influyen en la riqueza de las aves, esto puede explicar porque en páramos como Quitasol la riqueza (35 sp) es la más baja en comparación con los otros páramos de la zona occidental. Asimismo páramos como Azufra y Paja Blanca han sufrido procesos de transformación por métodos de reforestación inadecuados lo que interfiere drásticamente en los ecosistemas (Rangel, 2000) y modifican la avifauna de la zona que depende de la flora natural paramuna (Solarte et al., 2007).

Otro factor importante que puede influir en la riqueza y diversidad de la avifauna presente en estas zonas son las migraciones que realizan algunas especies de aves, ya que son realizadas en ciertos periodos de tiempo y pueden variar dependiendo de la época en que se realice el muestreo, afectando la composición de la comunidad de aves. En este estudio se reportan a dieciséis especies como son *Actitis macularius*, *Anas cyanoptera*, *Anas discors*, *Calidris bairdii*, *Calidris himantopus*, *Calidris melanotos*, *Cardellina canadensis*, *Catharus ustulatus*, *Falco femoralis*, *Falco peregrinus*, *Hirundo rustica*, *Riparia riparia*, *Setophaga fusca*, *Tringa flavipes*, *Tringa melanoleuca*, *Vireo leucophrys*. Cabe destacar que estas especies son los primeros reportes de migratorias para Nariño.

A partir del análisis de correlación de Spearman, se encontró que existe una relación entre el número de especies y el área pero no es significativa, esto corresponde con la teoría de McArthur & Wilson (1963, 1967), quienes afirman que el número de especies incrementa con el tamaño de la isla (Área), sin embargo tan solo el 37 % de la variación en el área se relaciona con la variación en la riqueza. Tradicionalmente los páramos han sido considerados islas dentro de los Andes, cuyo aislamiento ocurrió por la disminución de la franja de vegetación en periodos del Holoceno medio y última máxima glaciación (van der Hammen, 1974). La leve tendencia entre la riqueza y tamaño de los páramos obtenida son un indicio o eco del progresivo aislamiento de esos ecosistemas relacionado con el cambio climático. Haciendo un proyección considerando la leve tendencia obtenida (riqueza-área) y tomando en cuenta el calentamiento global se esperaría que los páramos se reduzcan y con ello también la diversidad de aves en los páramos de Nariño.

Vuilleumier (1970) trabajo en ecosistemas de páramo considerándolos como islas y aplicando los postulados de McArthur & Wilson (1963, 1967) para el análisis del ensamblaje de 83 especies presentes en un total de 15 páramos entre Venezuela y Ecuador, encontrando una

alta correlación entre el área y el número de especies de aves, lo que afirma que en términos generales el área es un factor determinante en la predicción en la riqueza aviaria y la diversidad presente en ecosistemas paramunos.

A pesar de ello Calderón (1998), analiza la relación existente entre el área y el número de especies en cuatro páramos de Nariño encontrando una correlación significativa pero negativa contradiciendo el resultado obtenido en esta investigación pero atribuyendo esos resultados al tipo de muestreo, a la extensión del terreno muestreado y a las características ecológicas del mismo.

## 7.2 Áreas de endemismo con el PAE

De acuerdo con el análisis del PAE se reconocieron cinco áreas de endemismo las cuales se agrupan en un sistema jerarquizado. El área de endemismo 1, comprende los páramos de Cumbal – Chiles y Azufral, se caracterizan por ser extremadamente fríos y húmedos y son afectados por la masas de aire superhúmedo que proceden del pacífico afectando la vertiente occidental (Solarte et al, 2007).

Estos páramos hacen parte de la zona suroccidental del departamento y presenta fuertes elevaciones debidas a la conformación volcánica de la cordillera (Morales et al., 2007). Las especies que la soportan (*Anthus bogotensis*, *Catamenia analis*, *Cinclodes excelsior*, *Cnemarchus erythropygius*, *Metriopelia melanoptera* y *Sporagra magellanica*) son especies típicas de páramo las cuales superan alturas de desde los 3.000 m y habitan generalmente áreas abiertas con vegetación cubiertas de pastos o matorrales (Hilty & Brown, 2001).

Los páramos de Galeras, Paja Blanca, Cumbal – Chiles, Azufral pertenecen a una misma zonificación (zona suroccidental) pero a diferencia de la relación bioclimática que tienen los páramos de Cumbal-Chiles y Azufral, el Páramo de Paja Blanca presenta características diferentes ya que es un páramo levemente seco (Solarte et al., 2007). La baja precipitación y humedad atmosférica se debe al bloqueo de masas de aire del Pacífico en los volcanes y la presencia del cañón del río Guáitara. Por otra parte, el páramo de Galeras hace parte de la zona centro y tiene influencia por una vertiente del río Guáitara y por otra parte por el cañón del Juanambú y el Pasto, por donde ascienden las masas de aire seco que se generan en el valle seco del río Patía (Solarte et al., 2007). Las especies que soportan este clado (*Cnemathraupis eximia*, *Mecocerculus minor* y *Phyllomyias nigrocapillus*) son especies exclusivas de páramo, en tanto

que *Grallaria ruficapilla*, *Hemispingus superciliaris* se pueden observar en el bosque altoandino y de transición (Hilty & Brown, 2001).

La tercera área de endemismo agrupa páramos de la zona centro y los páramos de la zona suroccidental. En este caso el páramo de Bordoncillo presenta características atípicas dentro del grupo, debido a la influencia de la amazonia y de las corrientes de aire del valle seco del Patía por el cañón del Juanambú que hace que el flanco oriental sea mucho más húmedo que el occidental donde se encuentra Galeras (Solarte et al., 2007). Las especies que soportan esta área son: *Aglaeactis cupripennis* y *Phalcoboenus carunculatus*, *Eriocnemis derbyi* que son típicas de páramo y son las que sobrepasan los 3000m de altitud (Hilty & Brown, 2001), por otra parte *Dubusia taeniata* es una especie que se encuentra en bosque altoandino y páramo en una franja entre los 3.000- 3.600 m (Hilty & Brown, 2001) y *Geranoaetus polyosoma* se la encuentra desde el bosque altoandino hasta el páramo y se la observa generalmente por encima del límite de la vegetación arbórea (Hilty & Brown, 2001).

En la cuarta área de endemismo el páramo de Ovejas – Sucumbios presenta influencia amazónica, con lo cual el flanco oriental de este páramo es muy húmedo y el flanco occidental sea más seco debido a las corrientes secas que se distribuyen a lo largo del cañón del río Guáitara (Solarte et al., 2007). Las especies que soportan esta área son: *Pterophanes cyanopterus*, son típicas de los páramos y sobrepasan los 3.000 m y generalmente se encuentran en los bordes de bosque asociados a matorrales y áreas abiertas (Hilty & Brown, 2001). Otras especies como *Coeligena lutetiae*, *Conirostrum sitticolor*, *Diglossa albilatera*, *Geranoaetus melanoleucus*, *Tangara vassorii* y *Troglodytes solstitialis* son especies de bosque altoandino y páramo (Hilty & Brown, 2001).

Finalmente, el área de endemismo 5 involucra a todos los páramos evaluados con excepción de Quitasol. De acuerdo al cladograma obtenido este páramo no presenta sinapomorfias que soporten una relación con los ocho páramos evaluados, por ende no se lo considera dentro de ninguna área de endemismo. Dentro de esta área se asocia a los páramos Azonales de la Cocha, los cuales se caracterizan por estar entre 2.700 y 2.900 m, además presentan una influencia amazónica albergando tanto especies andinas como amazónicas. Las especies que soportan estos clados son *Ampelion rubrocristatus*, *Atlapetes pallidinucha*, *Catamenia inornata*, *Elaenia frantzii*, *Lafresnaya lafresnayi*, *Myiothlypis nigrocristata*,

*Systellura longirostris* y *Troglodytes aedon* son especies que se encuentran en los bosques altoandinos hasta el páramo (Hilty & Brown, 2001)

La representación de las áreas de endemismo en un sistema jerárquico o anidado podría indicar que los páramos en algún momento si se encontraban como un área continua, pero por la ocurrencia de diferentes procesos de expansión y contracción durante los ciclos glaciares e interglaciares del Pleistoceno y el Holoceno, se aislaron progresivamente como lo propuso van der Hammen (1974), pero en este caso particular desde el occidente. Se propone que el aislamiento ocurrió desde el occidente considerando que el área de endemismo menor incluye páramos occidentales (Cumbal-Chiles y Azufral), es decir un área de endemismo que esta soportada por especies de aves cuya distribución se encuentra limitada a estos páramos.

Hernández-C et al. (1992) proponen que barreras como la depresión del Patía están restringiendo a especies de diferentes grupos y también que la biota al sur de la depresión es mucho más afín con la del Ecuador y Andes centrales. Por lo tanto, el anidamiento progresivo probablemente indica un patrón que se podría extender desde las áreas de endemismo integradas por los páramos occidentales (áreas 1 y 2) hasta los páramos del Ecuador. Mayor número de evidencias son necesarias para corroborar esta nueva hipótesis.

Cumbal-Chiles y Azufral son páramos que se distribuyen en dos conjuntos geomorfológicos: edificios volcánicos que corresponden a estructuras construidas por vulcanismo presente desde finales del Mioceno o principios del Pleistoceno y las formas glaciares y periglaciares en la cordillera occidental (Flórez, 2002; Solarte et al., 2007). De acuerdo con lo anterior, esta agrupación es importante por la influencia volcánica y la relación con páramos Ecuatorianos ya que las ramas oriental y occidental de los Andes procedentes del Ecuador, originan ramales transversales que al llegar al páramo del Ángel forman el nudo de los pastos y posteriormente se adentran en el territorio colombiano encontrando en la cadena occidental a esta agrupación de páramos (Cumbal-Chiles y Azufral) (Ramírez & Churchill, 2002)

Los páramos intrandinos Paja Blanca y Galeras, se encuentran relacionados por su condición de baja humedad y definen la segunda área de endemismo al agruparse con los páramos de Cumbal- Chiles y Azufral. Sin embargo, el páramo de Galeras se relaciona con los páramos del sur occidente de Nariño por el modelado volcánico y glaciario reciente (Solarte et al., 2007), pero presenta características diferentes a los otros páramos al tener influencia del cañón

del Guáitara, Pasto y Juanambú. Bajo este contexto, se puede concluir que el páramo de Galeras por encontrarse aislado, está evolucionando independientemente y que al tener cambios en el área como reducción, fragmentación y otras modificaciones, muchas de las especies de aves que ahí se encuentran se pueden estar moviendo desde los páramos vecinos y teniendo diferentes procesos de especiación o extinción (Zunino & Zullini; Newton, 2003)

Las áreas de endemismo tres, cuatro y cinco están agrupando páramos de la zona centro y suroriente del departamento y se relacionan por tener influencia más amazónica que pacífica ya que el flujo de masas de aire provenientes de la amazonia hace que el flanco suroriental sea más húmedo (Ramírez & Churchill, 2002; Solarte et al., 2007) al contrario del flanco occidental de estos páramos se encuentra influenciado por las masas de aire seco provenientes del valle del Patía que suben por los cañones del Pasto, Juanambú y Guáitara (Solarte et al., 2007), a su vez mucha de la avifauna presente en estas áreas se caracterizan por ser Andino- Amazónicas.

Las áreas de endemismo con mayor riqueza se encuentran en la zona occidental, esto es proporcional al número de localidades muestreadas (Cumbal – Chiles [8 con 119 ssp], Azufral [4-con 79 ssp], Paja Blanca [7con 89 ssp]), además, por su cercanía con el Ecuador comparten especies de aves, lo que incrementa su diversidad (Mena-Váscones & Hofstede, 2006). A pesar de esto, es difícil realizar una comparación de riqueza de especies aviarias con los páramos ecuatorianos, ya que de acuerdo a Carrión (2000) la franja altitudinal tenida en cuenta para el análisis de avifauna de páramo es de 3.500 m a diferencia de los páramos colombianos que considera cuatro franjas en la altamontaña desde los 3.000 m (Rangel, 2000), caso especial los páramos azonales que se encuentran entre los 2.700-2.900 m.

Calderón (1998) afirma que existe una relación entre la avifauna registrada en los páramos del suroccidente colombiano con otros páramos, sosteniendo que los páramos más cercanos entre si comparten mayor número de especies y que este número va disminuyendo a medida que se alejan en sentido sur- norte, considerando a la puna Peruana como “continente” de las islas paramunas (Vuilleumier, 1979) apoyando que la colonización ha ocurrido quizá durante las glaciaciones desde la puna hacia el Norte (Calderón, 1998), esto concuerda con el patrón progresivo de anidamiento desde el occidente.

En cuanto a las especies de aves que soportan cada una de las áreas de endemismo son diversas, y se distribuyen tanto en la zona altoandina como en el páramo propiamente dicho. Sin embargo, *Ampelion rubrocristatus*, *Iridosornis rufivertex*, *Cnemathraupis eximia*, *Mecocerculus*

*minor*, *Phyllomyias nigrocapillus*, *Anthus bogotensis*, *Catamenia analis*, *Cinclodes excelsior*, *Cnemarchus erythropygius*, *Metriopelia melanoptera* y *Sporagra magellanica*, son especies propias de páramos y se distribuyen por encima de los 3200 m (Hilty & Brown, 2001).



## CONCLUSIONES

Los páramos del departamento de Nariño presentan una gran riqueza ornitológica, sin embargo, existen páramos que aún no han sido muestreados o que sus registros no han sido publicados afectando así al conocimiento real de la avifauna paramuna nariñense.

Los páramos que mayor número de registros y especies aportan son Paja Blanca, Cumbal-Chiles y Azufra, que corresponden a la zona suroccidental del departamento, sin embargo, existen vacíos de información en los páramos de Patascoy, Morasurco, Doña Juana-Juanoy, El Alcalde y Palacios Occidental, razón por la cual se requieren una mayor exploración.

De los ocho páramos evaluados, siete hacen parte de cinco áreas de endemismo anidadas, excluyendo el páramo de Quitasol por ser uno de los páramos con alta intervención y una baja riqueza de especies.

Los resultados del análisis del PAE indican cinco áreas de endemismo anidadas, que soporta la teoría de van der Hammen (1974) donde afirma que los páramos se encontraban de forma continua y que por los diferentes procesos ocurridos durante los glaciares e interglaciares del Pleistoceno y el Holoceno en la actualidad los páramos estén actuando como islas.

En relación a la separación de los páramos se considera que la separación de se fue dando progresivamente, los páramos de la zona suroccidental se separaron de los intrandinos y finalmente se separaron con los páramos de la zona suroriental, en la actualidad se los encuentran como páramos aislados pero tienen características bioclimáticas, orogénicas y de avifauna que de alguna forma los relaciona y que durante las glaciaciones por la ampliación, reducción y fragmentación de las áreas de distribución de las especies muchas de ellas sufrieron procesos de extinción.

El patrón de anidamiento resultante del análisis del PAE permite proponer la conservación del conjunto de páramos evaluados por la relación y la importancia biológica, histórica y evolutiva que existe entre ellos.

## RECOMENDACIONES

Uno de los problemas para realizar este tipo de investigaciones es la falta de información, por esta razón es recomendable que para disminuir vacíos de información las instituciones gubernamentales y no gubernamentales digitalicen y publiquen, en plataformas como el SIB (sistema de información de biodiversidad) y GBIF (Global Biodiversity Information Facility) que son libres y de fácil acceso.

Con la información que se recopile en un futuro, se recomienda complementar los análisis que fueron realizados en esta investigación para soportar la hipótesis planteada hasta el momento.

Es de mucha importancia que los análisis de las áreas de endemismo se tengan en cuenta para implementar estrategias de conservación que permitan favorecer el mantenimiento de la diversidad, en un paisaje cambiante.

**LITERATURA CITADA**

- Álvarez-Mondragón, E. & Morrone, J.J. (2004). Propuesta de áreas para la conservación de aves de México, empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Interciencia*. Bogotá: s.n. 29 (3), 112-120.
- Ayerbe-Quiñones, F. (2006). Avifauna del complejo volcánico Doña Juana-Cascabel: riqueza, endemismos y especies amenazadas. *Informe Técnico convenio marco UAESPNN-WWF. Presentado a WWF-CORPODOÑAJUANA*. La Cruz (Nariño): s.n. 24pp
- Bonilla- R, W. & Calderón, L. J. (2006). Estado actual de la avifauna paramuna nariñense (En prensa). Bogotá: s.n.
- Carrión, J. M. (2000). Breves consideraciones sobre la avifauna paramera del Ecuador. Ecuador: Serie Páramo (Biodiversidad). 7, 23-30.
- Calderón-Leytón, J. J. (1998). *Ecología de comunidades aviarias en páramos del suroccidente colombiano*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Castaño-Uribe, C. (2002). Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición Hot spot y Global Climatic Tensor. Bogotá: *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM*.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corponariño. (2004). Diagnostico biótico páramo del volcán Chiles. Informe técnico. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Matemáticas, Programa de Biología.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño Corponariño y Universidad de Nariño. 2008. Estudio de la capacidad de carga turística de los senderos Espino y Túquerres. Estudio de captura de carbono (Producción de oxígeno).

- Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corponariño. (2009a). Estudio del estado actual del páramo de Las Ovejas-Tauso. Componente biótico. Informe técnico. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Matemáticas, Programa de Biología.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corponariño. (2009b). Estudio del estado actual del páramo del Volcan Azufral. Informe técnico. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Exactas y Matemáticas, Programa de Biología.
- Cracraft, J. (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation with the South American avifauna: areas of endemism. EEUU: *Neotropical ornithology*, (36), 49-89.
- Crisci, J. V., Posadas, P., Katinas, L. & Esquivel, M. (1999). Estrategias evolutivas par la conservación de la biodiversidad en América del Sur Austral *En* Matteucci, S.D., Soebrig, O.T., Morello, J. & Haeffter, G (Ed). *Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica* (pp. 175-195). Eudeba. Buenos Aires.
- Delgado, A., Ruiz S., Arévalo L., Castillo G., Viles N., Calderón J., Cañizales J., Muñoz, U. & Ramos R. (Eds.). (2007). Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006 - 2030. Propuesta Técnica. Coorponariño, Gobernación de Nariño (Secretaria de Agricultura), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN, Territorial Surandina). Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Universidad Mariana y Asociación para el Desarrollo Campesino. 525 pp
- Delgado, A. C. & Rangel, J. O. (2000). Aves. pp 629-644. En: Colombia Diversidad Biótica III: La Región de vida Paramuna, Rangel, J. O. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Escalante, T. & Morrone, J. J. (2003). ¿Para qué sirve el análisis de parsimonia de endemismos? En J. J. Morrone & J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la*

*biogeografía*, (pp. 167-172). México, D. F.: Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.

Espinosa, D., Aguilar, C. & Escalante, T. (2000). Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. En: J. Llorente & J. Morrone (Ed.). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. (pp. 31-37). México, D. F.: Facultad de ciencia UNAM.

Espinosa, D., Morrone, J.J., Llorente, J. & Flores, O. (2002). Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. México, D.F: Las Prensas de Ciencias, Facultad de ciencias, UNAM.

ESRI, 2012 ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI) (2012). ArcGIS [programa de computador en disco]. Versión 10.2. California: ESRI, s.f [citado en enero de 2015].

Fjeldsá, J. & Krabbe, N. (1990). Birds of the high Andes- A Manual to the Birds of the Temperature Zone of the Andes and Patagonia, South America. Zoological Museum – University Copenhagen and Apollo Books. Svendborg.

Flórez, A. (2002). Movilidad altitudinal de páramos y glaciares en los andes colombianos. En: Jaramillo C, Castaño C, Arjona F, Rodríguez JV. Duran C, editores. Bogotá, Colombia: *Memorias Congreso Mundial de Páramos, Paipa*.

Goloboff, P. 1999. NONA (NO NAME) ver. 2 Published by the author, Tucumán, Argentina: s.n.

Hedberg, I. & Hedberg, O. (1979). Tropical-alpine life forms of vascular plants. *Oikos*, 33, 297-307.

- Hernández-C, J. Walkschburger, T. & Hurtado, A. (1992). Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. Pp: 55-151. En: Halffter, G. (compilador). La diversidad biológica de Iberoamerica I. Acta zoológica mexicana. México, DF.: Instituto de Ecología AC.
- Hilty, S. L. & Brown, W. L. (2001). *Guía de las Aves de Colombia*. New Jersey: Princeton University Press.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010). *Sistemas morfogénicos del territorio Colombiano*. A. Florez (Ed.). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ippi, S. & Flores, V. (2001). Las tortugas neotropicales y sus áreas de endemismo. *Acta Zoologica Mexicana*, 84, 49-63.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J. & Tovar, A. (2009). *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela*. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL:
- McArthur, R. H. & Wilson, E. O. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 17, 373-387.
- McArthur, R. H. & Wilson, E. O. (1967). *Island Biogeography*. Monographs in population Biology, No 1. Princeton University Press. Princeton. New York.
- Malagón, D. & Pulido, C. (2000). Suelos del páramo colombiano. En O. Rangel. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna de Colombia*. (pp. 37-84). Bogotá: C. Unibiblos.

- Mena-Váscones, P. & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. Bogotá: *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 91-109.
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (MMAC). (2002). Páramos, programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana. Bogotá: MMA.
- Morrone, J. J. (1994). On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*, 43(3), 438-441.
- Morrone, J. J. & Crisci, J. (1995). Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 373-401.
- Morrone, J. J. (2000). La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. *Facultad de Ciencias, UNAM*, 69-78.
- Morrone, J. J. (2001). Homology, biogeography and areas of endemism. *Diversity and Distributions* 7, 297-300.
- Morrone, J. J. (2004). *Homología biogeográfica: las coordenadas espaciales de la vida. Cuadernos del Instituto de Biología 37*. México. D.F: Instituto de Biología. UNAM.
- 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. & Cárdenas, L. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá, D. C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Myers, N., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Fonseca, G. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 43, 853-859.
- Newton, I. (2003). *The Speciation and Biogeography of Birds*. Amsterdam: Academic Press.

Nixon, K. C. 1999-2002. WinClada ver. 1.0000 Published by the author, Ithaca, NY, USA

Noguera-Urbano, E. A., & Escalante, T. (2014). Datos geográficos de los murciélagos (Chiroptera) en el Neotrópico. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 211-225.

Olvera, L. A. (2010). *Análisis especial y temporal de la propagación de la broca de café Hypothenemus hampei (Ferrari) en la Huasteca Potosina*. Universidad Autónoma de Potosí. San Luis Potosí, México.

Palminteri, S. & Powel, G. (2001). Visión de la biodiversidad de los Andes del Norte. *WWF-US*, 1-38.

Pielou, E. C. (1979). *Biogeography*. New York: John Wiley and Sons.

Posadas, P. (1996). Distributional patterns of vascular plants in Tierra de Fuego: A study applying parsimony analysis of endemism (PAE). *Biogeographica*, 72, 161-177.

Posadas, P. & Miranda-Esquivel, D. R. (1999). El PAE (Parsimony Analysis of Endemism) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 539-546.

Platnick, N. I. (1991). On areas of endemism. *Australian Systematic Botany*, 4, 1-11.

Ramirez, B. R. & Churchill, S. P. (2002). Las Briofitas del Departamento de Nariño, Colombia: I. Musgos. *Tropical Bryology*, 21, 23-46.

Rangel-Ch, J. O. (2000). La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En O. Rangel. (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna de Colombia*. (pp. 1-23). Bogotá, D. C.: Unibiblos.

Remsen, J. V., Jr., J. I. Areta, C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Perez-Emon, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, & K. J. Zimmer. Version [23 December



- 2014]. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Rosen, B. R. (1988). From fossils to earth history: Applied historical biogeography. En: Crisci, J. V., Katinas, L., & Posadas, P. *Historical Biogeography an introduction*. London, England.
- Soberon, J & Peterson T. (2005). Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Specie's Distributional Areas. *Biodiversity Informatics*, 2, 1–10.
- Solarte, M. A., Narváez, G., Rivas, G., Bacca, A. E., Muñoz, D., Calderón, J. J., Torres, C., Figueroa, V., Rengifo, J., Martínez, P., Dávila, M. T., Cepeda, B., & Castillo, G. (2007). Proyecto Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica de los Páramos de Nariño, Tomo I. Grupo de Investigación de Biología de Páramos y Ecosistemas Andinos. Universidad de Nariño – Corporación autónoma regional de Nariño CORPONARIÑO, San Juan de Pasto, 60 pp
- Stiles, G. (1997). Lista de aves de los páramos colombianos. En: Informe Nacional Sobre el Estado de la Biodiversidad, Colombia. (Eds) M. E. Chaves & N. Arango. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio de Medio Ambiente. Santa Fe de Bogotá.
- Sturm, H. (1998). The ecology of the páramo region in tropical high mountains. Hildesheim: verlag Franzbecker.
- Toledo, V. M. (1988). La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 4, 17-30.
- Vablen, T.T., Young, K.R., & Orme, A.R. (2007). The physical geography of South America. Oxford: Oxford University Press.
- Vargas, O. & Pedraza, P. (2004). Parque Natural Chigaza. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D. C.: Gente Nueva Editorial.

- Van Der Hammen, T. (1974). The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*, 1(1), 3-26.
- Van Der Hammen, T. (1992). Global change, biodiversity and conservation of Neotropical montane forest. En S. Churchill, H. Balslev, E. Forero., & J. Luteyn (Eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. New York.
- Vuilleumier, F. (1970). Insular biogeography in continental regions. The northern Andes of South America. *American naturalist*, 104, 373-389. .
- Vuilleumier, F. (1979). Comparación y evolución de las comunidades de aves de páramo y puna. En Salgado-Labourian, M. L. (ed). (pp. 181-205). Caracas: Ediciones Centro de Estudios Avanzados.
- Vuilleumier, F. (1986). Origins of the tropical avifaunas of the High Andes En: Vuilleumier, F.& F.M, Monasterio (Eds.) 1986. *High altitude Tropical Biogeography*. New York: Oxford University Press.
- Young K.R. (2012) Introducción a la geografía andina En: S.K. Herzog., R. Martínez., P.M. Jorgensen., & H. Tiessen (Eds). *Cambio climático y biodiversidad en los andes tropicales*. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Sao José dos Campos, y Comité Científico Sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE). (pp. 246). París.
- Zunino, M., & Zullini, A. (2003). *Biogeografía, La Dimensión Espacial De La Evolución*. México: Fondo de cultura Económica.

## **ANEXOS**

**Anexo A. Listado de especies de aves de alta montaña del departamento de Nariño**

Familia	Genero	Especie	Azonales	Azufral	Bordoncillo	Cumbal	Galeras	Ovejas - Sucumbios	Paja Blanca	Quitasol
ANATIDAE	Anas	Anas flavirostris	X			X				
ANATIDAE	Anas	Anas geórgica				X				
ANATIDAE	Anas	Anas cyanoptera *	X							
CATHARTIDAE	Coragyps	Coragyps atratus		X	X	X	X		X	X
ACCIPITRIDAE	Circus	Circus cyaneus *				X			X	
ACCIPITRIDAE	Accipiter	Accipiter collaris				X				
ACCIPITRIDAE	Accipiter	Accipiter striatus			X	X	X			
ACCIPITRIDAE	Rupornis	Rupornis magnirostris						X	X	
ACCIPITRIDAE	Parabuteo	Parabuteo leucorrhous				X				
ACCIPITRIDAE	Geranoaetus	Geranoaetus polyosoma		X	X	X	X		X	
ACCIPITRIDAE	Geranoaetus	Geranoaetus melanoleucus		X	X	X	X	X	X	
CHARADRIIDAE	Vanellus	Vanellus resplendens				X				
SCOLOPACIDAE	Calidris	Calidris bairdii *				X		X		
SCOLOPACIDAE	Calidris	Calidris melanotos *				X				
SCOLOPACIDAE	Calidris	Calidris himantopus *				X				
SCOLOPACIDAE	Gallinago	Gallinago jamesoni		X		X			X	
SCOLOPACIDAE	Gallinago	Gallinago nobilis	X	X	X	X	X			
SCOLOPACIDAE	Actitis	Actitis macularius *								X
SCOLOPACIDAE	Tringa	Tringa melanoleuca *				X		X		
SCOLOPACIDAE	Tringa	Tringa flavipes *				X				
COLUMBIDAE	Patagioenas	Patagioenas fasciata *	X	X	X	X	X	X	X	X
COLUMBIDAE	Metriopelia	Metriopelia melanoptera		X		X				
STRIGIDAE	Glaucidium	Glaucidium jardiinii			X				X	
STRIGIDAE	Asio	Asio flammeus *	X	X		X	X		X	
CAPRIMULGIDAE	Systellura	Systellura longirostris	X	X		X	X	X	X	
APODIDAE	Streptoprocne	Streptoprocne zonaris	X	X		X				
TROCHILIDAE	Colibri	Colibri thalassinus *						X		

<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Colibri</i>	<i>Colibri coruscans</i>	X	X		X	X			X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Heliangelus</i>	<i>Heliangelus exortis</i>		X	X	X		X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Adelomyia</i>	<i>Adelomyia melanogenys</i>				X				X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Oreotrochilus</i>	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>				X				
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Opisthoprora</i>	<i>Opisthoprora euryptera</i>				X				
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Lesbia</i>	<i>Lesbia victoriae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Lesbia</i>	<i>Lesbia nuna</i>	X						X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Ramphomicron</i>	<i>Ramphomicron microrhynchum</i>		X		X	X		X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Chalcostigma</i>	<i>Chalcostigma herrani</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Metallura</i>	<i>Metallura tyrianthina</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Metallura</i>	<i>Metallura williami</i>				X				
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Haplophaedia</i>	<i>Haplophaedia aureliae</i>		X			X			
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Eriocnemis</i>	<i>Eriocnemis vestita</i>			X		X	X	X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Eriocnemis</i>	<i>Eriocnemis derbyi</i> *		X	X	X	X		X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Eriocnemis</i>	<i>Eriocnemis mosquera</i>		X	X	X	X	X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Eriocnemis</i>	<i>Eriocnemis aline</i>	X		X		X			
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Aglaeactis</i>	<i>Aglaeactis cupripennis</i>		X	X	X	X		X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Coeligena</i>	<i>Coeligena coeligena</i>		X	X	X		X		
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Coeligena</i>	<i>Coeligena torquata</i>	X	X	X	X		X	X	X
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Coeligena</i>	<i>Coeligena lutetiae</i>		X	X	X	X	X	X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Lafresnaya</i>	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Ensifera</i>	<i>Ensifera ensifera</i>			X	X	X	X		
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Pterophanes</i>	<i>Pterophanes cyanopterus</i>		X	X	X	X	X	X	
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Patagona</i>	<i>Patagona gigas</i>				X				
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Chaetocercus</i>	<i>Chaetocercus mulsant</i>			X		X			
<b>TROCHILIDAE</b>	<i>Chlorostilbon</i>	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>			X				X	
<b>RAMPHASTIDAE</b>	<i>Andigena</i>	<i>Andigena hypoglaucia</i>			X			X		
<b>PICIDAE</b>	<i>Veniliornis</i>	<i>Veniliornis nigriceps</i>					X			
<b>PICIDAE</b>	<i>Colaptes</i>	<i>Colaptes rivolii</i>		X	X	X			X	X

<b>PICIDAE</b>	<i>Campephilus</i>	<i>Campephilus pollens</i>			X	X			
<b>FALCONIDAE</b>	<i>Phalcoboenus</i>	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>		X	X	X	X		X
<b>FALCONIDAE</b>	<i>Falco</i>	<i>Falco sparverius</i>		X	X	X	X	X	X
<b>FALCONIDAE</b>	<i>Falco</i>	<i>Falco femoralis</i>				X			
<b>FALCONIDAE</b>	<i>Falco</i>	<i>Falco peregrinus *</i>				X			
<b>GRALLARIIDAE</b>	<i>Grallaria</i>	<i>Grallaria ruficapilla</i>		X			X		X
<b>GRALLARIIDAE</b>	<i>Grallaria</i>	<i>Grallaria nuchalis</i>			X				
<b>GRALLARIIDAE</b>	<i>Grallaria</i>	<i>Grallaria rufula</i>			X		X	X	X
<b>GRALLARIIDAE</b>	<i>Grallaria</i>	<i>Grallaria quitensis</i>	X	X	X	X	X		X
<b>GRALLARIIDAE</b>	<i>Grallaricula</i>	<i>Grallaricula lineifrons</i>					X		
<b>RHINOCRYPTIDAE</b>	<i>Scytalopus</i>	<i>Scytalopus latrans</i>			X				
<b>RHINOCRYPTIDAE</b>	<i>Scytalopus</i>	<i>Scytalopus unicolor</i>				X		X	X
<b>RHINOCRYPTIDAE</b>	<i>Scytalopus</i>	<i>Scytalopus femoralis</i>							X
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Pseudocolaptes</i>	<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>		X	X	X	X		
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Cinclodes</i>	<i>Cinclodes fuscus</i>		X		X	X		
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Cinclodes</i>	<i>Cinclodes excelsior</i>		X		X			
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Margarornis</i>	<i>Margarornis squamiger</i>		X	X	X	X	X	X
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Leptasthenura</i>	<i>Leptasthenura andicola</i>			X				
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Hellmayrea</i>	<i>Hellmayrea gularis</i>		X	X	X	X	X	X
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Asthenes</i>	<i>Asthenes flammulata</i>				X			
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Asthenes</i>	<i>Asthenes fuliginosa</i>				X	X	X	X
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Cranioleuca</i>	<i>Cranioleuca erythroptis</i>	X						
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Synallaxis</i>	<i>Synallaxis azarae</i>	X	X	X		X	X	X
<b>FURNARIIDAE</b>	<i>Synallaxis</i>	<i>Synallaxis unirufa</i>	X		X		X		X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Phyllomyias</i>	<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>				X	X		X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Elaenia</i>	<i>Elaenia frantzii *</i>	X	X	X		X	X	X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Elaenia</i>	<i>Elaenia pallatangae</i>	X	X	X	X		X	X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Mecocerculus</i>	<i>Mecocerculus poecilocercus</i>		X					
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Mecocerculus</i>	<i>Mecocerculus stictoptyx</i>				X	X		

<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Mecocerculus</i>	<i>Mecocerculus leucophrys</i>		X	X	X	X			
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Mecocerculus</i>	<i>Mecocerculus minor</i>				X	X		X	
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Anairetes</i>	<i>Anairetes parulus</i>		X		X			X	X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Uromyias</i>	<i>Uromyias agilis</i>			X					
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Pyrrhomyias</i>	<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>					X	X		X
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Muscisaxicola</i>	<i>Muscisaxicola alpinus</i>		X	X	X				
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Agriornis</i>	<i>Agriornis montanus</i>		X		X				
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Myiotheretes</i>	<i>Myiotheretes striaticollis</i>	X			X	X			
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Myiotheretes</i>	<i>Myiotheretes fumigatus</i>		X	X					
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Cnemarchus</i>	<i>Cnemarchus erythropygius</i>		X		X				
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Ochthoeca</i>	<i>Ochthoeca frontalis</i>		X		X	X	X	X	
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Ochthoeca</i>	<i>Ochthoeca diadema</i>						X	X	
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Ochthoeca</i>	<i>Ochthoeca cinnamomeiventris</i>			X					
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Ochthoeca</i>	<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	X	X		X	X		X	
<b>TYRANNIDAE</b>	<i>Ochthoeca</i>	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>COTINGIDAE</b>	<i>Pipreola</i>	<i>Pipreola riefferii</i>						X		
<b>COTINGIDAE</b>	<i>Ampelion</i>	<i>Ampelion rubrocristatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<b>VIREONIDAE</b>	<i>Vireo</i>	<i>Vireo leucophrys</i>							X	
<b>CORVIDAE</b>	<i>Cyanolyca</i>	<i>Cyanolyca turcosa</i>					X			
<b>CORVIDAE</b>	<i>Cyanocorax</i>	<i>Cyanocorax yncas</i>			X					
<b>HIRUNDINIDAE</b>	<i>Pygochelidon</i>	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> *			X	X	X	X		X
<b>HIRUNDINIDAE</b>	<i>Orochelidon</i>	<i>Orochelidon murina</i>	X	X	X	X	X		X	
<b>HIRUNDINIDAE</b>	<i>Riparia</i>	<i>Riparia riparia</i> *							X	
<b>HIRUNDINIDAE</b>	<i>Hirundo</i>	<i>Hirundo rustica</i> *						X		
<b>TROGLODYTIDAE</b>	<i>Troglodytes</i>	<i>Troglodytes aedon</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<b>TROGLODYTIDAE</b>	<i>Troglodytes</i>	<i>Troglodytes solstitialis</i>		X	X	X	X	X	X	
<b>TROGLODYTIDAE</b>	<i>Cistothorus</i>	<i>Cistothorus platensis</i>	X	X		X	X		X	
<b>TROGLODYTIDAE</b>	<i>Cinnycerthia</i>	<i>Cinnycerthia unirufa</i>			X				X	
<b>CINCLIDAE</b>	<i>Cinclus</i>	<i>Cinclus leucocephalus</i>					X			

<b>TURDIDAE</b>	<i>Catharus</i>	<i>Catharus ustulatus</i> *								X	
<b>TURDIDAE</b>	<i>Turdus</i>	<i>Turdus fuscater</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>TURDIDAE</b>	<i>Turdus</i>	<i>Turdus chiguanco</i>							X		
<b>TURDIDAE</b>	<i>Turdus</i>	<i>Turdus serranus</i>	X		X			X			
<b>MOTACILLIDAE</b>	<i>Anthus</i>	<i>Anthus bogotensis</i>		X		X					
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Sericossypha</i>	<i>Sericossypha albocristata</i>			X				X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Hemispingus</i>	<i>Hemispingus atropileus</i>			X						
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Hemispingus</i>	<i>Hemispingus superciliaris</i>		X				X		X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Hemispingus</i>	<i>Hemispingus verticalis</i>						X	X		
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Buthraupis</i>	<i>Buthraupis montana</i>		X	X	X			X		
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Cnemathraupis</i>	<i>Cnemathraupis eximia</i>		X		X	X				X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Chlorornis</i>	<i>Chlorornis riefferii</i>			X	X			X		
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Anisognathus</i>	<i>Anisognathus lacrymosus</i>	X		X				X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Anisognathus</i>	<i>Anisognathus igniventris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Anisognathus</i>	<i>Anisognathus somptuosus</i>						X			
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Dubusia</i>	<i>Dubusia taeniata</i>		X	X	X	X			X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Iridosornis</i>	<i>Iridosornis rufivertex</i>			X			X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Pipraeidea</i>	<i>Pipraeidea melanonota</i>			X	X					
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Thraupis</i>	<i>Thraupis cyanocephala</i>			X						
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Tangara</i>	<i>Tangara vassorii</i>		X	X	X	X	X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Conirostrum</i>	<i>Conirostrum cinereum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Conirostrum</i>	<i>Conirostrum sitticolor</i>			X	X	X	X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Conirostrum</i>	<i>Conirostrum albifrons</i>			X	X					
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Oreomanes</i>	<i>Oreomanes fraseri</i>				X	X				
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa lafresnayii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa humeralis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa albilatera</i>		X	X	X	X	X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa sittoides</i>			X			X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa caerulescens</i>				X				X	



<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Diglossa</i>	<i>Diglossa cyanea</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Catamblyrhynchus</i>	<i>Catamblyrhynchus diadema</i>				X				
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Urothraupis</i>	<i>Urothraupis stolzmanni</i>				X	X	X		
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Phrygilus</i>	<i>Phrygilus unicolor</i>		X	X	X	X			
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Catamenia</i>	<i>Catamenia analis</i>		X		X				
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Catamenia</i>	<i>Catamenia inornata</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<b>THRAUPIDAE</b>	<i>Catamenia</i>	<i>Catamenia homochroa</i>				X	X	X		
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Arremon</i>	<i>Arremon brunneinucha</i>				X				
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Arremon</i>	<i>Arremon torquatus</i>				X	X		X	X
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Atlapetes</i>	<i>Atlapetes pallidinucha</i>	X	X	X	X	X	X		
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Atlapetes</i>	<i>Atlapetes latinuchus</i>							X	
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Atlapetes</i>	<i>Atlapetes schistaceus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>EMBERIZIDAE</b>	<i>Atlapetes</i>	<i>Atlapetes rufinucha</i>		X					X	X
<b>CARDINALIDAE</b>	<i>Pheucticus</i>	<i>Pheucticus aureoventris</i>		X		X	X		X	X
<b>PARULIDAE</b>	<i>Setophaga</i>	<i>Setophaga fusca</i> *	X			X			X	
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myiothlypis</i>	<i>Myiothlypis luteoviridis</i>			X			X	X	
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myiothlypis</i>	<i>Myiothlypis flaveola</i>						X		
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myiothlypis</i>	<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	X	X	X	X		X	X	
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myiothlypis</i>	<i>Myiothlypis coronata</i>				X			X	
<b>PARULIDAE</b>	<i>Cardellina</i>	<i>Cardellina canadensis</i> *				X		X		
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myioborus</i>	<i>Myioborus miniatus</i>		X	X	X		X	X	
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myioborus</i>	<i>Myioborus ornatus</i>	X		X		X			
<b>PARULIDAE</b>	<i>Myioborus</i>	<i>Myioborus melanocephalus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>ICTERIDAE</b>	<i>Cacicus</i>	<i>Cacicus chrysonotus</i>						X		
<b>FRINGILLIDAE</b>	<i>Sporagra</i>	<i>Sporagra spinescens</i>	X	X	X	X	X			

\*Especies Migratorias

**Anexo B. Matriz de especies y áreas para Análisis PAE**

Especie	Azonales	Azufrales	Bordoncillo	Chiles		Ovejas	Paja Blanca	Quitasol
				Cumbal-	Galeras			
<i>Accipiter striatus</i>	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Adelomyia melanogenys</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Agriornis montanus</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Ampelion rubrocristatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Anairetes parulus</i>	0	1	0	1	0	0	1	1
<i>Anas flavirostris</i>	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Andigena hypoglauca</i>	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Anisognathus lacrymosus</i>	1	0	1	0	0	1	1	1
<i>Anthus bogotensis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Arremon torquatus</i>	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Asio flammeus</i>	1	1	0	1	1	0	1	0
<i>Asthenes fuliginosa</i>	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Astragalinus psaltria</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Atlapetes pallidinucha</i>	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Atlapetes rufinucha</i>	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Buthraupis montana</i>	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Campephilus pollens</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Catamenia analis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Catamenia homochroa</i>	0	0	0	1	1	1	0	0
<i>Catamenia inornata</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Chaetocercus mulsant</i>	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Chlorornis riefferii</i>	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cinclodes excelsior</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cinclodes fuscus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0

<i>Cinnycerthia unirufa</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Circus cyaneus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Cistothorus platensis</i>	1	1	0	1	1	0	1	0
<i>Cnemarchus erythropygius</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cnemathraupis eximia</i>	0	1	0	1	1	0	1	0
<i>Coeligena coeligena</i>	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Coeligena lutetiae</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Coeligena torquata</i>	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Colibri coruscans</i>	1	1	0	1	1	0	0	1
<i>Conirostrum albifrons</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Conirostrum sitticolor</i>	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Diglossa albilatera</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Diglossa caerulescens</i>	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Diglossa sittoides</i>	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Dubusia taeniata</i>	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Elaenia frantzii</i>	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>Elaenia pallatangae</i>	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Ensifera ensifera</i>	0	0	1	1	1	1	0	0
<i>Eriocnemis aline</i>	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Eriocnemis derbyi</i>	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Eriocnemis mosquera</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eriocnemis vestita</i>	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Gallinago jamesoni</i>	0	1	0	1	0	0	1	0
<i>Gallinago nobilis</i>	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Glaucidium jardinii</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Grallaria quitensis</i>	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Grallaria ruficapilla</i>	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Grallaria rufula</i>	0	0	1	0	1	1	1	0

<i>Haplophaedia aureliae</i>	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Heliangelus exortis</i>	0	1	1	1	0	1	1	1
<i>Hellmayrea gularis</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hemispingus superciliaris</i>	0	1	0	0	1	0	1	0
<i>Hemispingus verticalis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Iridosornis rufivertex</i>	0	0	1	0	1	1	1	0
<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Leptosittaca branickii</i>	1	0	1	0	0	1	0	0
<i>Margarornis squamiger</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mecocerculus leucophrys</i>	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Mecocerculus minor</i>	0	0	0	1	1	0	1	0
<i>Mecocerculus stictopectus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Metriopelia melanoptera</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Muscisaxicola alpinus</i>	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Myioborus miniatus</i>	0	1	1	1	0	1	1	0
<i>Myioborus ornatus</i>	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Myiotheretes fumigatus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Myiotheretes striaticollis</i>	1	0	0	1	1	0	0	0
<i>Myiothlypis coronata</i>	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Myiothlypis luteoviridis</i>	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Myiothlypis nigrocristata</i>	1	1	1	1	0	1	1	0
<i>Ochthoeca diadema</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Ochthoeca frontalis</i>	0	1	0	1	1	1	1	0
<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	1	1	0	1	1	0	1	0
<i>Oreomanes fraseri</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Orochelidon murina</i>	1	1	1	1	1	0	1	0
<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Pheucticus aureoventris</i>	0	1	0	1	1	0	1	1
<i>Phrygilus unicolor</i>	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Phyllomyias nigrocapillus</i>	0	0	0	1	1	0	1	0

<i>Pipraeidea melanonota</i>	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Pseudocolaptes boissonneautii</i>	0	1	1	1	1	0	0	0
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	0	1	1	1	1	0	1
<i>Pyrrhomyias cinnamomeus</i>	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Ramphomicron microrhynchum</i>	0	1	0	1	1	0	1	1
<i>Rupornis magnirostris</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Scytalopus unicolor</i>	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Sericossypha albocristata</i>	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Sporagra magellanica</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Sporagra spinescens</i>	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Streptoprocne zonaris</i>	1	1	0	1	0	0	0	0
<i>Synallaxis azarae</i>	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Synallaxis unirufa</i>	1	0	1	0	1	0	1	0
<i>Systellura longirostris</i>	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Tangara vassorii</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Troglodytes aedon</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Troglodytes solstitialis</i>	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Turdus serranus</i>	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Urothraupis stolzmanni</i>	0	0	0	1	1	1	0	0