

LIMITES DE LA DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN
MORFOLOGÍA, COLORACIÓN Y MARCAS DE PLUMAJE DE *Myioborus*
melanocephalus y *Myioborus ornatus* (AVES: PARULIDAE) EN EL
SUROCCIDENTE DE COLOMBIA

JOSÉ ALEJANDRO MENDOZA SANTACRUZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2012

LIMITES DE LA DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN
MORFOLOGÍA, COLORACIÓN Y MARCAS DE PLUMAJE DE *Myioborus*
melanocephalus y *Myioborus ornatus* (AVES: PARULIDAE) EN EL
SUROCCIDENTE DE COLOMBIA

JOSÉ ALEJANDRO MENDOZA SANTACRUZ

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

Director:
AQUILES GUTIERREZ ZAMORA
Magister en Ciencias

Co-Director:
RODRIGO PRIETO SANCHEZ
Magister en Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SAN JUAN DE PASTO
2012

Las ideas aportadas en este trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

AQUILES GUTIERREZ ZAMORA

Director del trabajo de grado

DORA NANCY PADILLA

Jurado evaluador

JHON JAIRO CALDERÓN

Jurado evaluador

San Juan de Pasto, Mayo 2012

AGRADECIMIENTOS

A mi Madre Gilma, Padre, hermanas y familiares cercanos, de quienes recibí apoyo total para desarrollar mis estudios y en general en alcanzar muchas de mis metas y trazar las que faltan.

Un agradecimiento enormemente especial a Diana Moncayo, por ser la responsable de darle magia a mi vida y sentir día a día su amor, confianza y compañía, y aportar significativamente con sus conocimientos al desarrollo de este trabajo.

Al programa de Biología, a su directora Martha Sofía González, al cuerpo docente, administrativo y personal de laboratorio.

Al Grupo de Amigos para la Investigación de las Aves GAICA, por permitirme integrarme en la “bandada” de la investigación de Aves y despertar en mí, la fascinación por los seres alados...con pico.

A los docentes: Aquiles Gutiérrez, Director del trabajo por el apoyo personal y científico para emprender la labor investigativa de este estudio. Al Profesor Rodrigo Prieto, por la confianza depositada desde el inicio de la investigación. A Jhon Jairo Calderón por compartirme sus conocimientos y experiencias en el campo de la ornitología.

A la Asociación para el Desarrollo Campesino ADC, a los directivos, asesores e integrantes de las Mingas Asociativas y grupos de interés, por permitirme realizar algunas salidas de campo y recorrer los senderos de la biología como profesión.

Al personal de las Colecciones ornitológicas de la Universidad de Nariño, Universidad del Cauca, Universidad Nacional, en especial a Orlando Acevedo y la Dra. Pilar Rivas, por sus valiosos aportes.

Finalmente, a mis compañeros, amigos y ahora colegas, Lucho, Daniel, Elkin, Julieth, Pauline y Mauricio.

DEDICATORIA

A Dios,
A mi Madre y Padre,
A mis hermanas y tías,
A mi Dianita,
A mi Martín.

RESUMEN

Esta investigación en variación geográfica morfológica, en la coloración y marcas de plumaje en las especies *Myioborus melanocephalus* y *M. ornatus* en el suroccidente de Colombia, se inicia por el registro de individuos con características atípicas a los dos taxos mencionados. Estas subpoblaciones irregulares están presentes en localidades de Nariño, distribuidos en las zonas de La Cocha, Daza y La Victoria. El objetivo de este trabajo fue evaluar la variación geográfica a nivel poblacional de cada una de las especies mencionadas e involucradas en un posible proceso de hibridación frente a las entidades atípicas. Sobre la base de un trabajo de campo y análisis de 61 ejemplares depositados en colecciones ornitológicas nacionales, de las dos subespecies y formas variables denominadas *melanocephalus x ornatus*, se establece los límites reales de distribución geográfica, y se concluye que la variación geográfica intraespecífica no actúa de manera independiente; se considera que obedece a presencia de poblaciones cercanas que tuvieron o tienen contacto y definen una potencial zona de contacto entre los grupos *melanocephalus ruficoronatus* y *ornatus chrysops*.

Las subpoblaciones ubicadas en la zona de contacto muestran patrones de diferenciación e intermediación morfométrica y aumento en la variación de los caracteres discretos del plumaje. Estos grupos poblacionales restringidos para dos provincias biogeográficas de Nariño se relacionan directamente con el agrupamiento *ornatus chrysops*. La evidente rareza de no encontrar fenotipos parentales en la zona de contacto, sugiere que las formas estudiadas pueden considerarse conoespecíficas de acuerdo al concepto biológico de especie. Es necesario diseñar y desarrollar estudios genéticos y de comportamiento para esclarecer aun más la diferenciación entre los individuos de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops* distribuidos en el suroccidente colombiano.

ABSTRACT

This research on morphological geographic variation in plumage coloration and markings on species *Myioborus melanocephalus* and *M. ornatus* in southwestern Colombia is initiated by the registry of individuals with atypical features of the two taxa mentioned. These subpopulations are present in irregular locations in Nariño, distributed in the areas of The Cocha, Daza and The Victoria. The aim of this study was to evaluate geographic variation at the population level of each species mentioned and involved in a possible process of hybridization compared to atypical entities. Based on field work and analysis 61 specimens national ornithological collections deposited, the two subspecies and forms variables called *melanocephalus x ornatus*, set the actual limits of geographical distribution, and conclude that intraspecific geographic variation does not act independently, it is considered that due to the presence of nearby towns that had or have contact and define a potential zone of contact between groups *melanocephalus ruficoronatus* and *ornatus chrysops*.

Subpopulations located in the contact area show patterns of differentiation and increased brokerage and morphometric variation of the discrete character of the plumage. These populations restricted to two biogeographic provinces of Nariño are directly related to the grouping *ornatus chrysops*. The apparent rarity of parental phenotypes not found in the contact zone suggests that the forms studied can be considered conspecific according to the biological species concept. It is necessary to design and develop genetic and behavioral studies to further clarify the distinction between individuals of *M. melanocephalus ruficoronatus* and *M. ornatus chrysops* distributed in southwestern Colombia.

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas.
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
3. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	22
4. OBJETIVOS.....	23
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	23
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	23
5. ANTECEDENTES.....	24
5.1. Antecedentes taxonómicos.....	25
5.1.1.El género <i>Myioborus</i>	26
6. MARCO TEÓRICO.....	29
6. 1. El concepto de especie y subespecie.....	28
6. 2. Variación fenotípica y geográfica en aves.....	33
6.3. Distribución, hibridación y zonas de contacto.....	34
6.4. Morfología y coloración de aves.....	36
6.5. Genero <i>Myioborus</i> en suroccidente de Colombia.....	37
6.5.1. Características de identificación y distribución de <i>M. melanocephalus</i>	39
6.5.2. Características de identificación y distribución de <i>M. ornatus</i>	40
7. METODOLOGIA.....	41
7.1. Descripción del área de estudio.....	41
7.1.1. Área Específica: Prov. Biogeográficas Andina y Andina-Amazónica	43

	Páginas.
7.2. FASE DE CAMPO.....	43
7.2.1. Pre-selección de Áreas de muestreo.....	44
7.3. FASE DE LABORATORIO.....	50
7.3.1. Revisión en museos y colecciones ornitológicas.....	50
7.3.2. Evaluación Morfológica.....	52
7.3.3. Estrategias de análisis grafico-estadístico.....	58
8. RESULTADOS.....	60
8.1. CAPITULO I. VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LA COLORACIÓN Y MORFOLOGÍA EN CADA UNA DE LAS ESPECIES.....	61
8.1.1. Variación intraespecifica en morfología de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	62
8.1.2. Variación intraespecifica en morfología de <i>M. ornatus chrysops</i>	66
8.1.3. Coloración y marcas del plumaje de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	70
8.2. CAPITULO II. VARIACIÓN INTERESPECIFICA EN LA MORFOLOGIA, COLORACIÓN Y MARCAS DEL PLUMAJE.....	80
8.2.1 Variación Inter-especifica en la morfología de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	78
8.2.2 Coloración y marcas del plumaje de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> , <i>M. ornatus chrysops</i> y <i>melanocephalus x ornatus</i>	86
8.3. Relación morfométrica y distribución altitudinal de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> , <i>M. ornatus chrysops</i> y <i>melanocephalus x ornatus</i>	87
8.4. Límites de la distribución geográfica de <i>M. melanocephalus Ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	91
9. DISCUSIÓN.....	94
9.1. Variación morfométrica intraespecífica e interespecífica de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	94

	Páginas.
9.2. Variación en el plumaje intraespecífica e interespecífica de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	98
9.3. Relación morfométrica con la distribución altitudinal de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	99
9.4. Identidad de las formas atípicas. Implicancias en el eventual proceso de introgresión.....	100
9.1.5. Aspectos ecológicos y conservación de especies aviares.....	103

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Páginas.
TABLA 1. Tipos de aislamiento implicados en la especiación.....	29
TABLA 2. Conceptos de especie y propiedades que los distinguen.....	30
TABLA 3. Zonas seleccionadas para muestreos por observación.....	45
TABLA 4. Zonas seleccionadas para muestreos por captura en Nariño.....	49
TABLA 5. Zonas referenciadas en colecciones ornitológicas.....	51
TABLA 6. Medidas (en mm) atributos morfológicos ext. y masa del cuerpo.	53
TABLA 7. Caracteres del plumaje variables entre individuos-ejemplares de <i>M. m. ruficoronatus</i> , <i>M. o. chrysops</i> y <i>melanocephalus x ornatus</i>	57
TABLA 8. Grupos poblacionales de <i>Myioborus</i> estudiados en el Suroccidente de Colombia.....	60
TABLA 9. Abundancia relativa en registros por observación en Nariño.....	61
TABLA 10. Correlaciones entre diez variables morfométricas para los ejemplares estudiados.....	80
TABLA 11. Valores propios para los primeros cinco componentes principales y su porcentaje de variación explicada.....	81
TABLA 12. Peso de los dos primeros factores extraídos para las variables morfométricas.....	82
TABLA 13. Medidas (en mm) de los parámetros de la morfología externa de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> , <i>M. ornatus chrysops</i> y <i>melanocephalus x ornatus</i>	86

LISTA DE FIGURAS

	Páginas.
FIGURA 1. Ilustraciones de tres especies de Setophaga (<i>Myioborus</i>).....	26
FIGURA 2. Ilustraciones en Guías de referencia ornitológica.....	28
FIGURA 3. Topografía del Ave.....	37
FIGURA 4. Distribución <i>M. melanocephalus</i> y <i>M. ornatus</i> en América del Sur	38
FIGURA 5. Mapa Área General de Estudio.....	42
FIGURA 6. Mapa de zonas estudiadas por observación en Nariño.....	48
FIGURA 7. Mapa de zonas estudiadas por captura en Nariño.....	50
FIGURA 8. Instituto de Ciencias Naturales UN, Colección Ornitología.....	52
FIGURA 9. Caracterización del color de <i>M. melanocephalus</i> según notación Munsell.....	55
FIGURA 10. Caracterización del color en marcas y plumaje.....	56
FIGURA 11. Box plot de diferencias entre tres subpoblaciones en 10 variables morfométricas.....	63
FIGURA 12. Comparación de las medidas del pico en dos subpoblaciones típicas de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	66
FIGURA 13. Box plot de diferencias entre cinco subpoblaciones en 10 variables morfológicas.....	69
FIGURA 14. Fotografías estados discretos en coloración, <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> , <i>M. ornatus chrysops</i>	71
FIGURA 15. Fotografías estados discretos en coloración de subpoblaciones <i>melanocephalus x ornatus</i> , La Cocha y Daza.....	73
FIGURA 16. Variación individual del patrón de coloración en coronilla de individuos-hembras adultas-subpoblación La Victoria (MHN-UC).....	74
FIGURA 17- A. Mapas de distribución estados del plumaje de dos Caracteres.....	74

FIGURA 17 - B. Mapas de distribución estados del plumaje de dos caracteres (color de frente y lista auricular).....	76
FIGURA 17 – C. Mapa de distribución estados del plumaje del dorso.....	79
FIGURA 18. Fotografías estados discretos de color de frente, <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i>	75
FIGURA 19. Fotografías lista auricular, típico <i>ornatus chrysops</i> Munchique-Cauca. Atípico <i>melanocephalus x ornatus</i> La Cocha-Nariño.....	77
FIGURA 20. Fotografía dorso principal de especímenes de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	78
FIGURA 21. Posición de 56 ejemplares de ocho subpoblaciones, análisis De Componentes Principales PCA.....	83
FIGURA 22. Dendrograma de variables morfométricas.....	85
FIGURA 23. Configuración del análisis de escalamiento multidimensional no métrico en 56 ejemplares para 5 caracteres del plumaje.....	88
FIGURA 24. Relación morfométrica y distribución altitudinal de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> , <i>M. ornatus chrysops</i> y <i>m.x ornatus</i>	90
FIGURA 25. Mapa de distribución de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y <i>M. ornatus chrysops</i> y formas atípicas <i>melanocephalus x ornatus</i>	91
FIGURA 26. Mapa de ubicación de la potencial zona de contacto entre las subespecies.....	93
FIGURA 27. Fotografía de etiqueta de colección especímenes de referencia de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	95
FIGURA 28. Patrones de diferenciación <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> (círculos rojos), <i>M. ornatus chrysops</i> (círculos amarillos) y <i>melanocephalus x ornatus</i> (círculos anaranjados).....	98
FIGURA 29. Mapa zona de contacto fenotípico en el norte de los andes suramericanos.....	101
FIGURA 30. Sonogramas. A: <i>melanocephalus x ornatus</i> , B: <i>M. ornatus chrysops</i> y C: <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	104

LISTA DE ANEXOS

	Páginas.
ANEXO A. Tabla General de medidas morfológicas <i>M. melanocephus</i> y <i>M. ornatus</i> del Suroccidente Colombiano.....	108
ANEXO B. Prueba de normalidad por diferencias de varianzas, para caracteres morfológicos.....	111
ANEXO C. Medidas (en mm) de los parámetros de la morfología externa de <i>M. ornatus chrysops</i> , tamaño de las muestras, medias, desviaciones estándar y rangos, resultados Kruskal Wallis.....	112

GLOSARIO

CLINA O VARIACIÓN CLINAL: significa el cambio gradual de rasgos fenotípicos de una misma especie por influjos y condiciones medioambientales.

CONESPECIFICO. Poblaciones o taxas pertenecientes a la misma especie.

CORONILLA (Ave): Parte superior de la cabeza entre la frente y la nuca. También llamada corona o píleo.

ESPECIES HERMANAS: Especies similares morfológicamente, pero no intercambian material genético cuando coexisten espacial y temporalmente (evaluación convergente).

ESPECIES MONOFLETICAS: Especies o unidades que provienen estrictamente de un solo ancestro.

INTERGRADACIÓN: Es el cruce entre distintas subespecies, llamándose las crías resultantes intergradados.

INTROGRESIÓN: Es el movimiento de genes de una especie a otra a consecuencia de un proceso de hibridación interespecífica, seguido de retrocruzamiento.

POBLACIONES ALOPATRICAS: Son poblaciones que ocupan o se distribuyen en áreas geográficamente disyuntas.

POBLACIONES PARAPATRICAS: Son poblaciones que ocupan o se distribuyen en áreas geográficamente continuas, y establecen un flujo de genes moderado.

SUBPOBLACIÓN: Grupos distintivos en la población, ya sean geográficamente o por otro criterio, y entre los cuales existen escasos intercambios.

VARIACIÓN INTRAESPECIFICA: variación fenotípica relacionada con el sexo, la edad, las estaciones, los gradientes ambientales, la ubicación geográfica, en poblaciones de una misma especie.

VARIACIÓN INTERESPECIFICA: variación fenotípica relacionada con el sexo, la edad, las estaciones, los gradientes ambientales, la ubicación geográfica entre dos o más especies.

1. INTRODUCCIÓN

Un atributo notable en las poblaciones de aves es su diversidad fenotípica en la mayor parte de sus caracteres morfológicos incluyendo el color, el tamaño y la forma (Hartl & Clark 1997); esta variabilidad corresponde a la expresión de diferencias interespecíficas, representadas por la presencia de dos o más especies, o a la expresión de la variación ecotípica intraespecífica, que es modulada genética y/o ambientalmente (Stearns 1989). La comprensión de la variación morfológica intraespecífica en aves tiene importancia ecológica y evolutiva, especialmente a una escala geográfica y de naturaleza clinal.

La variación intraespecífica morfológica y en las marcas del plumaje de las especies de aves: *Myioborus melanocephalus* (Tschudi 1844) y *Myioborus ornatus* (Boissonneau 1840) muestran evidentes patrones de diferenciación, representados en las formas geográficas a lo largo de los Andes del Norte Suramericano, en particular a su coloración y rasgos del plumaje. Esta investigación indaga la variación en las dos especies, en una pequeña franja del suroccidente colombiano, como lo señalan Ridgely y Greenfield (2001).

Con este trabajo académico propongo como modelo de estudio la variación geográfica en la morfología y coloración de las poblaciones / subpoblaciones de la “candelita de anteojos” *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y el “abanico” *Myioborus ornatus chrysops* (Aves: Parulidae: Parulinae); subespecies con un tratamiento taxonómico definido (Schauensee 1964, Hilty y Brown 2001, Restall *et al.* 2006), sin embargo las poblaciones de estas dos subespecies distribuidas en el suroccidente de Colombia, reportan una serie de indefiniciones a nivel de razas geográficas y especies intermedias (Ridgely y Tudor 1989, Curson *et al.* 1994, Ridgely y Greenfield 2001, McCarthy 2006), específicamente en la región conformada por dos provincias biogeográficas de Nariño en Colombia y en el norte de Ecuador.

Los *Parulidos* integran un grupo de aves insectívoras del Nuevo Mundo y por su reciente divergencia y radiación adaptativa convergente de algunos de sus géneros (Baena 1999), como el grupo de *Myioborus*, ha originado especies muy semejantes entre sí, en su forma, patrón del plumaje y comportamiento; lo que aportaría a explicar la presencia de individuos con incertidumbres taxonómicas en sus poblaciones y subpoblaciones.

Como lo evidencia el trabajo de campo de esta investigación a través de registros de poblaciones / subpoblaciones, la morfología y coloración son parámetros que comparten características entre las especies *Myioborus melanocephalus* y *Myioborus ornatus* en la región de Nariño; considerando los aportes científicos de Pérez-Emán (2005) y McCarthy (2006), quienes reportan a algunos individuos como posibles intermedios, con la denominación *melanocephalus x ornatus*, calificativo utilizado en este estudio, para considerar

el morfotipo con caracteres distintivos de las dos especies, no reportados en las fuentes bibliográficas de Aves en Colombia y el Neotrópico.

Dos provincias biogeográficas, la zona Andina y Andino-Amazónica (Hernández *et al.* 1992) de la región de Nariño son consideradas las únicas ecoregiones donde hay confluencia de las poblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops*, adicionalmente en esta franja geográfica las especies presentan una notable diferenciación en la morfología, coloración y marcas del plumaje en sus sub-poblaciones; en la actualidad no existe información suficiente sobre la distribución geográfica precisa de las poblaciones, zona de contacto y posible fenómeno de hibridación entre los individuos distribuidos en el suroccidente de Colombia.

En este contexto científico, fue indispensable aplicar en la propuesta investigativa métodos como el análisis comparativo en la morfología, patrones de coloración y límites en los rangos de distribución de las subespecies en estudio. Los individuos reportados como *melanocephalus x ornatus* permitieron la evaluación comparativa de los caracteres fenotípicos y la documentación en la dinámica de distribución espacial, aportando caracteres independientes en las subespecies de *Myioborus* presentes en los Andes de la región de Nariño, al suroccidente de Colombia.

La evaluación morfológica e interpretación espacial de estos patrones en cada una de las poblaciones / subpoblaciones afectadas, distribuidas al suroccidente de Colombia, concluyó evidencias fenéticas y permitió caracterizar las subespecies, describiendo los soportes válidos para una aproximación de la asignación taxonómica en grupos de *Myioborus* tratados como intermedios o morfotipos *melanocephalus x ornatus*. Además se proporciona un panorama inicial del contraste espacial que manifiestan las especies y la presumible variación intraespecífica (Pérez-Emán 2005) para esclarecer el estatus taxonómico de las poblaciones y debatir la posible zona de introgresión entre estos dos taxos hermanos.

El abordaje de los conceptos clásicos y actuales de especiación aduce a proponer variedades intermedias entre las especies *Myioborus melanocephalus* y *Myioborus ornatus* o intergradación entre las subespecies *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*. En este estudio de variación geográfica se aplican estrategias de análisis numéricos y estadísticos apoyados principalmente en la morfometría (Benítez-Díaz 1993) y representaciones con modelos espaciales.

El modelo biológico-ecológico de estudio permitió establecer que la variación en las aves desde cualquier punto de vista, puede soportar su análisis desde pequeñas o grandes diferencias de estructuras visibles, no visibles y hasta comportamentales, los resultados obtenidos en esta investigación aportan a la aproximación taxonómica del morfotipo *melanocephalus x ornatus*, planteando

posibles conexiones geográficas de las formas ligeramente conspicuas en sus diferencias. Las subpoblaciones distribuidas en los bosques andinos del suroccidente de Colombia muestran un significativo patrón de variación geográfica en el color, morfología y marcas de su plumaje.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la variación geográfica en la morfología, coloración y marcas del plumaje en las poblaciones de *Myioborus melanocephalus* y *Myioborus ornatus* y determinar el límite geográfico entre las especies presentes en el suroccidente de Colombia, para ello fue necesario visitar varias colecciones ornitológicas de referencia regionales y nacionales y revisar especímenes de las poblaciones que faciliten el análisis comparativo. De esta manera, el patrón particular en las poblaciones / subpoblaciones de “La Cocha”, “La Victoria” y “Daza” puede relacionarse con su distribución y potencialmente con las condiciones ambientales similares, para que cada una de estas poblaciones pueda reflejar un fenotipo intermedio.

La variación geográfica intraespecífica no actúa de manera independiente; se considera que obedece a presencia de poblaciones cercanas que tuvieron o tienen contacto y definen una potencial zona de contacto entre los grupos *melanocephalus ruficoronatus* y *ornatus chrysops*. Las subpoblaciones ubicadas en la zona de contacto muestran patrones de diferenciación e intermediación morfométrica y aumento en la variación de los caracteres discretos del plumaje. Estos grupos poblacionales restringidos para dos provincias biogeográficas de Nariño se relacionan directamente con el agrupamiento *ornatus chrysops*. Esta investigación deja abierto un amplio espectro de investigación sistemática de aves de Nariño, en el establecimiento de límites taxonómicos específicos y subespecíficos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Existen especies de *Myioborus* con diferencias en la coloración de la cabeza o en las mezclas de amarillos y naranjas (Theron *et al.* 2001); *Myioborus melanocephalus* se caracteriza por presentar en la cara patrones de coloración negro a manera de antifaz y una coronilla rojiza. Mientras *Myioborus ornatus* muestra la cabeza amarilla con algunos patrones blancos en la cara, sin coronilla distinguible.

La cercanía en los rangos de distribución en el suroccidente de Colombia entre estas dos especies han generado controversias taxonómicas (Curson *et al.* 1994, Ridgely y Tudor 2005), más aún, en virtud de la presencia de un morfotipo (*melanocephalus x ornatus*) que se comporta fenotípicamente como intermedio en las características morfológicas y patrones de plumaje en la región de Nariño. Anteriores investigaciones han nombrado el morfotipo como un resultado hipotético del fenómeno de hibridación entre las dos especies (Pérez-Emán 2005, McCarthy 2006, F. G Stiles *com.pers* 2007).

La diferenciación geográfica en la morfología y la coloración del plumaje de *M. melanocephalus* y *M. ornatus* es distinguible a simple vista y la zona de los Andes nariñenses donde se distribuye el morfotipo intermedio representaría la probable área de introgresión de las especies, según lo sugiere Pérez- Emán (2005) en su estudio de biología molecular. No obstante, carecemos de estudios detallados que relacionen esta variación con la distribución de sus poblaciones y la introgresión presumible, lo que significaría abordar la problemática desde dos perspectivas:

En la primera, un patrón particular en las poblaciones de aves puede relacionarse con su distribución y potencialmente con las condiciones ambientales similares, para que cada una de estas poblaciones pueda reflejar un fenotipo constante. Por otro lado, la diferenciación morfológica en las subpoblaciones puede relacionarse con la presencia de una población / subpoblación intermedia (*melanocephalus x ornatus*), en un área potencial de contacto entre especies con estrecho parentesco, usualmente reconocido por los caracteres morfológicos intermedios, que llevarían a sugerir una posible zona de contacto fenotípica (Coyne 2004).

Por lo anterior y enfocando la presente investigación en aportar y esclarecer la problemática mencionada en las subespecies de *Myioborus* en el suroccidente colombiano, he formulado las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Existe variación geográfica intraespecífica en los caracteres morfológicos, patrones de coloración y marcas del plumaje de *M. melanocephalus* y *M. ornatus*, distribuidos en el suroccidente colombiano?

- ¿Existe evidencia morfológica y en la coloración a nivel interespecífico para definir poblaciones intermedias entre *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops* en sus rangos de distribución en la región de Nariño?
- ¿Cuál es la zona geográfica de posible contacto interespecífico entre *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*?

3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

H1: El contraste espacial de los caracteres morfológicos, de coloración, marcas del plumaje y distribución de las poblaciones / subpoblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* en la región del suroccidente colombiano muestra significativas diferencias intraespecíficas y varían geográficamente de forma independiente.

H2: Se establece una zona de contacto fenotípico a nivel interespecífico entre las especies *Myioborus melanocephalus* y *Myioborus ornatus*, que se ubica en la región de Nariño y esclarece la identidad de las subpoblaciones *melanocephalus x ornatus*, presentes en las provincias biogeográficas de Nariño, evidenciando la posible influencia de un proceso de hibridación.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar la variación geográfica en la morfología, coloración y marcas del plumaje en las poblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* (Aves: Parulidae) y determinar el límite geográfico entre estas especies presentes en el suroccidente de Colombia.

4.2. ESPECÍFICOS

Caracterizar las diferencias intraespecíficas en la morfología y la coloración del plumaje de las subespecies *Myioborus melanocephalus ruficoronatus*, *Myioborus ornatus chrysops* y el morfotipo *melanocephalus x ornatus* distribuidos en el suroccidente de Colombia.

Establecer patrones de variación fenotípica interespecífica en las poblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* en el eje de su distribución en la región de Nariño.

Delimitar la posible zona de contacto de las poblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* presentes en el suroccidente colombiano.

5. ANTECEDENTES

Varias investigaciones en el neotrópico (Remser 1984, Traylor 1988, Benítez–Díaz 1993, Brumfield & Remser 1996, Graves 1997, Fitzpatrick & Stotz 1997, Krabbe & Schulenberg 1997, Claramunt 2002, Donegan & Avendaño 2009) especialmente en los Andes, establecen la relación de la diferenciación morfológica en aves con respecto a su distribución geográfica.

Una de ellas muy relacionada con la problemática de los *Myioborus* es la variación en el carpintero *Melanerpes formicivorus* (Benítez–Díaz 1993); el autor analizó siete caracteres morfométricos: longitud del pico, culmen expuesto, alto pico, comisura, longitud tarsal, cuerda alar y longitud de cola y cuatro variables de coloración del plumaje; “garganta”, “pecho”, “rojo en plumas” y “iridiscencia” en especímenes de toda su área de distribución (a largo de Norte, Centro y Suramérica), concluye una variación geográfica alta en la mayoría de los caracteres que analizó, incluyendo patrones clinales y diferencias discretas entre poblaciones, que no estaban reportadas.

Los caracteres morfológicos y coloración del plumaje evaluados en el carpintero *Melanerpes formicivorus*, son muy recomendables en este tipo de estudios, Stiles (2004), describió la mayoría de estos caracteres en el semillero *Sporophila insulata* de la bahía de Tumaco – Nariño, con base en el reconocimiento de patrones morfológicos y en especial del plumaje de los individuos, en poblaciones silvestres y en las pieles de las colecciones ornitológicas, de igual manera describe a *S. telasco* y *S. minuta*, dos posibles parientes, y concluye que *S. insulata* debe considerarse como una subespecie o morfotipo del primero y que no está emparentado con el segundo. Por lo tanto, fenotipos intermedios deben representar el resultado de un entrecruzamiento libre.

De acuerdo a los anteriores estudios, Vargas (2007) estableció comparaciones de la coloración de plumaje con un agregado análisis molecular entre especies del genero *Thryothorus* distribuidos en Colombia, mostrando un total de 31 individuos (11 *T. nicefori*, 11 *T. rufalbus minlosi* y 9 *T. r. cumanensis*). Los tres taxones fueron diagnosticados con base en sus patrones de coloración, principalmente del dorso. Los resultados sugieren que *T. nicefori* es una especie válida. Sugiere que es necesario realizar más estudios para determinar si *T. r. cumanensis* y *T. r. minlosi* podrían considerarse especies diferentes entre sí.

Por otro lado, uno de los trabajos que integra y compara los fenómenos de variación geográfica e hibridación en poblaciones aviares es el realizado por Floyd (2001) en su estudio con el atrapamoscas *Suirirí suirirí* (Aves: Tyrannidae) en el cual examinó y midió 366 pieles de adultos, los especímenes con evidencia del plumaje juvenil fueron excluidos, entre ellos 298 ejemplares de *S. suirirí*, 44 especímenes de *S. affinis*, 4 especímenes de *S. bahiae*, y 20

muestras de presuntos híbridos *suiriri* X *affinis*, con todas las variables intermedias y procedentes de la zona de contacto entre los dos fenotipos parentales.

Claramunt (2002) evalúa la variación en las poblaciones de *Cranioleuca pyrrhophia* y *C. obsoleta*, especies que siempre se consideraron independientes hasta que comenzaron a encontrarse ejemplares de características intermedias en la zona de contacto. En este trabajo se revisa la identidad de las poblaciones orientales de *C. pyrrhophia* para establecer cuál es la entidad que estaría hibridizando con *C. obsoleta* y cuál es la magnitud de esta hibridación. Se identificaron ocho caracteres en el diseño y el color del plumaje y se analizaron seis variables morfométricas. Seis caracteres del plumaje sugieren una condición intermedia de los ejemplares.

El género *Myioborus* ha sido poco estudiado en relación a la variación geográfica de las poblaciones; uno de los escasos registros con una concepción evolutiva es el efectuado por Mumme *et al.*(2006), quien describió la variación geográfica en el plumaje, basada en la adaptación al forrajeo en *Myioborus miniatus* por métodos experimentales, aumentando el blanco de la cola en las subespecies *M. miniatus comptus* (Costa Rica), *M. miniatus hellmayri* (Guatemala) *M. miniatus verticalis* (Bolivia). Destaca dos hipótesis para la variación geográfica del plumaje; la primera señala variación como un resultado no adaptativo de la deriva genética y la segunda argumenta que el color blanco en el plumaje de los *Myioborus* favorece un óptimo desarrollo en el forrajeo.

5.1. Antecedentes taxonómicos

Las reinitas (familia Parulidae) forman parte de una radiación de aves paserinas conocidas comúnmente como los *oscines de nueve primarias* del Nuevo Mundo. La definición de las relaciones entre las familias de esta radiación ha sido difícil debido a su gran diversidad, a la carencia de caracteres morfológicos filogenéticamente informativos y a una tasa de cladogénesis aparentemente alta al inicio de la radiación (Lovette & Bermingham 2002).

Varios conjuntos de datos genéticos indican que la familia hermana de *Parulidae* es *Icteridae* (Remsen *et al.* 2011). La familia *Parulidae* era conocida en la literatura antigua como "*Compsothlypidae*". Los datos genéticos (Lovette *et al.* 2010) indican que la secuencia tradicional de los géneros necesitan modificación para reflejar las relaciones entre los géneros. Por ejemplo, *Seiurus* es hermano de todos los otros géneros de *Parulidae*.

5.1.1. El género *Myioborus*.

Es un género perteneciente a la familia Parulidae (orden passeriformes), taxón constituido por 18 géneros (Remsen *et al.* 2011). El grupo *Myioborus* se distribuye a lo largo de América, desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Bolivia y representa uno de los pocos géneros de la familia que se ha diversificado notoriamente en Sur América (Curson *et al.* 1994, Pérez-Emán 2005).

Myioborus incluye un total de 12 especies, de las cuales 10 se encuentran en Sur América (Remsen *et al.* 2011) y sólo cuatro en Colombia, *Myioborus flavivertex*, *M. miniatus*, *M. ornatus* y *M. melanocephalus* (Curson *et al.* 1994, Hilty & Brown 2001). Varias de las especies de *Myioborus* tienen distribuciones geográficas restringidas, especialmente al norte de los andes suramericanos.

La especie *Myioborus melanocephalus*, descrita en 1844 inicialmente se reporta con la nomenclatura taxonómica de *Setophaga bairdi*, en las ilustraciones elaboradas por Keulemans (1878) y publicadas en *Journal The Ibis* (Figura 1), conjuntamente con las especies *Setophaga ruficoronata* y *Setophaga chrysops*, actualmente excluidas por las autoridades taxonómicas y registradas como subespecies de *M. melanocephalus* y *M. ornatus* respectivamente.

Figura 1.
Ilustraciones de cuatro especies de *Setophaga* (*Myioborus*)
a. *Setophaga ruficoronata*, b. *S. chrysops*, c. *S. bairdi*, d. *S. albifrons*
(The Ibis 1878)



El comité ornitológico suramericano SACC (2011), reporta problemas en la asignación taxonómica de *Myioborus melanocephalus* y *Myioborus ornatus*, principalmente en las poblaciones que se distribuyen en los bosques altoandinos del suroccidente de Colombia, hasta el momento no han sugerido

un estatus taxonómico definitivo; sin embargo se presentan las siguientes consideraciones:

Uno de los primeros estudios del estatus taxonómico de *Myioborus melanocephalus* (antes *Setophaga melanocephala* - Tschudi 1844) fue el realizado por Hellmayr (1935), quien describió a la subespecie *M. melanocephalus ruficoronatus* como un taxa separado de *M. melanocephalus*, sin embargo Meyer de Schauensee (1946) y Zimmer (1949) justifican tratarlos como la misma especie, considerando las diferencias en la coloración del plumaje como el resultado de la variación individual, en especial para las poblaciones del Norte de Ecuador.

Sibley & Monroe (1990) consideran solo a *M. melanocephalus* y *M. ornatus* como taxones para formar superespecies; subrayando una distintiva separación de las otras especies de *Myioborus* distribuidas en las zonas de Colombia; como lo son *M. miniatus* y *M. flavivertex*.

Doce (12) especies son generalmente reconocidas dentro del género *Myioborus* (Curson *et al.* 1994). Sistemáticamente se sugiere la colocación de 10 especies de *Myioborus* dentro de dos complejos de "superespecies". Uno de ellos, es el complejo *ornatus* que incluye las dos especies de esta investigación *M. ornatus* y *M. melanocephalus*, además de *M. albifrons* y *M. flavivertex* (Ridgely & Tudor 1989, Sibley & Monroe 1990).

Ridgely & Greenfield (2001) son los primeros en mencionar una posible integración de *Myioborus ornatus* y *M. melanocephalus* en el Norte de Ecuador y suroccidente de Colombia, considerando que futuros estudios pueden mostrar que son conspecíficas.

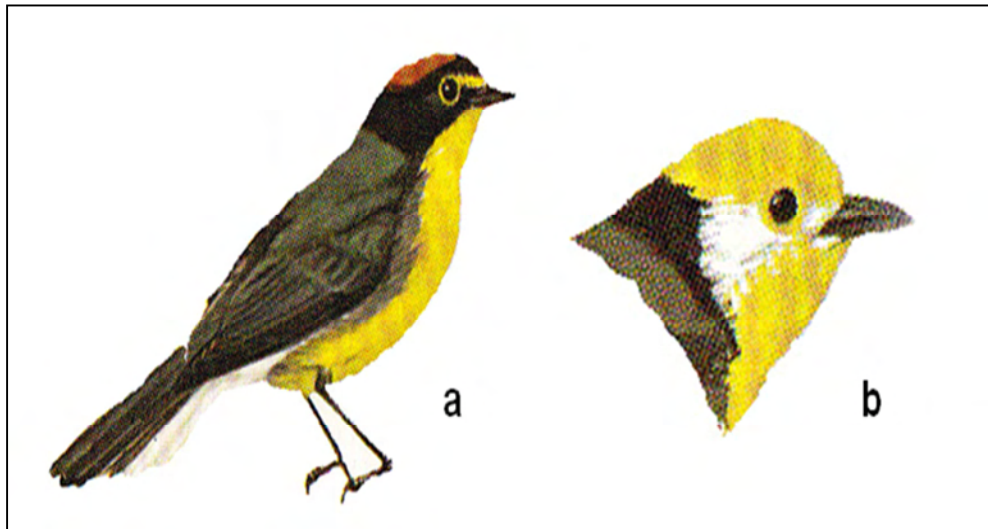
Pérez-Emán (2005), describe a la región andina de Nariño como una zona potencial de hibridación entre *Myioborus melanocephalus* y *M. ornatus*. Por lo cual recomienda conocer más a fondo parámetros de identificación, distribución geográfica y comportamiento que conduzcan a un tratamiento taxonómico adecuado de las especies.

McCarthy (2006), fundamentado en el estudio de Curson *et al.* (1994) y Pérez-Emán (2005) reporta en el libro "Aves híbridadas del Mundo", poblaciones híbridadas entre *Myioborus melanocephalus* y *M. ornatus* en Nariño, en un complejo denominado *Myioborus chrysops*, sin embargo la mayoría de sus descripciones son recopilaciones de estudios anteriores, en las cuales se señala la carencia de datos y análisis para afianzar esta teoría.

En las guías de Identificación de Aves de Colombia (Hilty & Brown 2001) y Aves del Norte de Suramérica (Restall *et al.* 2006) se representan imágenes de las especies *M. melanocephalus* y *M. ornatus* (Figura 2), sin embargo no hay

referencias ilustrativas ni descriptivas de las poblaciones en las provincias de Nariño, denominadas *melanocephalus x ornatus*.

Figura 2.
Ilustraciones en Guías de referencia ornitológica
a. *M. melanocephalus*, b. *M. ornatus* (Hilty & Brown 2001)



Los datos genéticos (Lovette *et al.* 2010) sugieren que las especies *Myioborus ornatus*, *M. melanocephalus* y *M. albifrons* forman un grupo monofilético, sin embargo *M. flavivertex* no puede ser confirmado como miembro de este grupo, y no hay soportes para la inclusión de *M. torquatus*. Adicionalmente, Lovette *et al.* (2010) indican que *M. melanocephalus* y *M. ornatus* son taxones hermanos, diferenciados sutilmente. La subespecie *M. m. ruficoronatus* presente en el suroccidente está más estrechamente relacionada con *M. ornatus* que a *M. melanocephalus*, como lo sugiere su probable introgresión parapátrica.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. EL CONCEPTO DE ESPECIE Y SUBESPECIE

El origen de las especies o la especiación es el proceso por el cual se crean nuevas especies y el aislamiento es el paso esencial para su creación (no se permite el cruzamiento entre poblaciones). El aislamiento puede ser en el tiempo o en el espacio. En el aislamiento temporal, una especie evoluciona en otra gradualmente a lo largo de una línea evolutiva continua y a través de un largo periodo de tiempo. El aislamiento espacial implica la separación física de partes de una población original (Claridge *et al.* 1997). Existen otros tipos de aislamiento o separación de cepas en unidades menores (Tabla No. 1).

Tabla No. 1
Tipos de aislamiento implicados en la especiación
(Gutiérrez 2007)

Aislamiento geográfico	Hay una separación de las poblaciones por la aparición de barreras físicas (terrestres o acuáticas) que establecen distancias entre ellas.
Aislamiento ecológico	Son poblaciones que se pueden encontrar en la misma región, pero en diferentes ambientes.
Aislamiento estacional	Cuando dos poblaciones se reproducen en épocas distintas del año.
Aislamiento etológico	No hay apareamiento entre individuos de dos poblaciones, porque uno de ellos no reconoce el comportamiento de cortejo de la otra especie.
Aislamiento fisiológico (postcigótico)	Existe incompatibilidad funcional en el apareamiento o en la producción, supervivencia o fecundación de los gametos.

En un proceso de especiación, la divergencia de una especie en dos suele iniciarse por el aislamiento geográfico y usualmente empiezan a aparecer en forma secundaria los otros tipos de mecanismos. Teniendo en cuenta los tres criterios para definir una especie (ancestro común, compatibilidad reproductiva, y coherencia genotípica / fenotípica dentro de una población), se considera que el criterio de compatibilidad ha recibido mucha atención en los estudios sobre la especiación (Claridge *et al.* 1997).

El concepto biológico de especie (Mayr 1963) reformulado desde la perspectiva ornitológica señala una especie de ave como un sistema de poblaciones que representan un linaje esencialmente monofilético y genéticamente cohesivo de individuos que comparten un sistema de fertilización común en el tiempo y en el espacio y que demuestran un aislamiento reproductivo, pero no necesariamente completo (Johnson *et al.* 1999).

Concepto teóricamente sólido, pero limitado para resolver dilemas taxonómicos, como la asignación de rango de especie, particularmente en poblaciones alopátricas (Cadena 2003) y parafiléticas (Pérez-Emán 2005), como en el caso de *Myioborus melanocephalus*, que presenta una aparente distribución de sus poblaciones de montaña y complejos patrones de variación del plumaje (Ridgely & Tudor 1989) llevando a una serie de indefiniciones taxonómicas entre poblaciones tratadas como especies politípicas, subespecies y especies intermedias; sin establecer un estatus taxonómico definitivo.

Las especies son la unidad fundamental de la biología (e.g. Mayr 1982, Claridge *et al.* 1997). Las especies son elementos de comparación en casi todos los campos de la biología (anatomía, ecología, genética, biología molecular, sistemática y taxonomía), son importantes porque representan elementos de un sistema formal de reglas, que debe ser único para cada especie por ello se han propuesto diversos conceptos de especies (Tabla No. 2), sin dejar de señalar que la especie es la unidad focal de conservación y manejo (Cadena 2003).

Por otro lado, el concepto filogenético, propone a la especie como un grupo irreductible de individuos diagnósticamente distinto de otros grupos y que exhibe un patrón parental de ancestría y descendencia (Cracraft 1989).

Tabla No. 2.
Conceptos de especie y propiedades que los distinguen
(Adaptado de Queiroz 2005)

Concepto de especie	Propiedades distintivas	Proponentes
Biológico	Reproducción entre individuos y poblaciones, radiación reproductiva. No por los caracteres específicos de los organismos (e.g., morfología). Ensamble de poblaciones naturales reproductivamente cohesivo.	Wright 1940, Mayr 1942-1983, Dobzhansky, 1950
Evolutivo	Un único linaje de poblaciones ancestro-descendiente que mantiene su identidad frente a otros linajes y que posee sus propias tendencias evolutivas	Simpson 1940, Wiley, 1978
Ecológico	Linaje o grupo de linajes que ocupan un determinado nicho (zona de adaptación) el cual es diferente de otros linajes en su área de distribución y que evoluciona de manera independiente de otros linajes fuera de su rango geográfico.	Van Valen 1976
Fenético	Grupo irreducible (basal) de organismos diagnóticamente distinguible de otros grupos semejantes. Clúster fenéticos en grupos de organismos similares.	Michener 1970, Sneath y Sokal 1973.
Genotípico	Déficit de genotipos intermedios Heterocigotos.	Mallet 1995.
Ornitológico	Sistema de poblaciones que representan un linaje esencial/comparten un sistema de fertilización en el tiempo y en el espacio.	Johnson <i>et al.</i> 1999

Gómez y Kattan (2008), definen a la especie como un grupo de organismos (población o grupo de poblaciones) semejantes en sus características fenotípicas (físicas, fisiológicas y conductuales), que en la naturaleza solo se reproducen entre sí e intercambian genes por entrecruzamiento, que tienen un antecesor común y que no se aparean con otros grupos por existir barreras biológicas que no lo permiten.

En resumen, todas las definiciones de especies tienen criterios importantes para identificarlas. Gutiérrez (2007), argumenta tres criterios que deben ser fundamentales en los trabajos investigativos con especies, subespecies y especies intermedias:

Ascendencia común. Este es el criterio central o nuclear de todos los conceptos modernos de especie. Una especie debe provenir de una población o especie ancestral común, lo cual significa que las especies son entidades históricas.

Grupo más pequeño distinguible: en sí, una especie se considera como el grupo más pequeño distinguible de organismos que comparten patrones de ascendencia y descendencia. Todos los organismos en ese grupo deben poseer características morfológicas similares entre sí (e.g., color, forma, comportamiento).

Población reproductiva: este criterio tiene el problema de solo ser aplicado a especies de reproducción sexual. Los miembros de una especie deben formar un grupo reproductivo que excluya a los miembros de otras especies. Este criterio es fundamental para los muchos conceptos modernos de especie nos remite a concepto biológico de Mayr (1963).

Sin embargo, existen especies que presentan características dimórficas a nivel sexual o etario, lo que lleva a aplicar irrestrictamente otros caracteres morfológicos, caracteres cromosómicos y/o moleculares.

Además, un aporte esencial para este estudio son las variaciones morfológicas (e.g., tamaño, coloración) entre subespecies que se encuentran en diferentes regiones geográficas. Como la variación geográfica de los patrones de coloración en una especie o subespecies. Hay casos en los cuales poblaciones de dos subespecies a pesar de solaparse sus rangos de distribución, ellas siendo de la misma especie, no se entrecruzan. Otras subespecies tienen cierto grado de hibridación en los sitios adyacentes de distribución. Estos fenómenos presentados en muchas especies, son todo un enigma para los biólogos evolutivos (Hickman *et al.* 2004).

Para abordar el concepto de subespecie y complementar los postulados anteriores es necesario introducirse desde los argumentos clásicos de Darwin, los cuales plantean un fenómeno de *especiación incipiente* en los grupos de aves, manifestado en la aparición de especies que se desarrollan a partir de variedades. De ahí, que la preocupación del gremio ornitológico sea minimizar al igual que Darwin, la distinción entre especies y subespecies.

Una variedad o una subespecie se definen como:

“Las formas que poseen en algún grado considerable el carácter de especie, pero que son estrechamente similares a otras formas, o que están linealmente unidas a ellas por gradaciones intermedias, que los naturalistas no quieren clasificarlas como especies distintas, son realmente el foco de atención en el ámbito biogeográfico” (Johnson *et al* 1999).

No obstante, y para los propósitos de esta investigación en *Myioborus*, hay que tener en cuenta que muchas de estas formas aviares íntimamente emparentadas han retenido sus caracteres durante largo tiempo y para pretender definir nuevas formas es necesario tener una visión geográfica y genética adecuada para inferir sobre los posibles eslabones intermedios.

6.2. Variación fenotípica y geográfica en aves

Antes de remitirnos al concepto de variación es importante señalar que actualmente los biólogos están introduciendo la concepción de variedad (subespecie) entre los distintos organismos que conforman una especie. Dicha variedad no es el resultado de manifestaciones más o menos imperfectas de un “tipo modelo”; el tipo es una abstracción extraída de la variación real e importante que está presente en la especie (Gutiérrez 2007).

En el mejor de los casos, el tipo corresponde a una forma media del fenotipo, que cambiará conforme la selección natural vaya actuando sobre la variedad de la especie a través del tiempo. El ejemplar tipo es solamente una guía de los rasgos morfológicos generales que se espera podemos encontrar en esa especie, tal como la conocemos actualmente.

Entonces, si pretender el establecimiento de definiciones en el concepto de especie resulta complejo, el concepto de “variación” es igualmente difícil de definir (Bynum & Barret 1983), pero supone casi de manera universal un cambio en las poblaciones, que no tiene límites de espacios y tiempos determinados; este término puede inferir directamente en el concepto de variedad, aunque no en todos los casos.

A pesar de la importancia histórica y de la marcada presencia en muchas aves, la variación geográfica en aves es reconocida como enigmática e inconclusa, los procesos evolutivos son los directos responsables de esta variación geográfica intraespecífica e interespecífica que se muestran en investigaciones experimentales como el estudio realizado por Hill (1993).

En muchas instancias la variación geográfica en los patrones del plumaje es un resultado no-adaptativo de la deriva genética o un producto de variantes

geográficas naturales o selección sexual (Roulin 2003), sin embargo las especies frecuentemente muestran cambios morfológicos en la transición entre hábitats. Estos cambios pueden ser graduales o abruptos dependiendo de las especies y los eventos que las rodean.

Las barreras geográficas de dispersión y el flujo de genes incrementan con la altitud, eventos vicariantes catastróficos como glaciación, vulcanismo, bosques fragmentados por eventos climáticos; son más frecuentes en la fisiografía del complejo de los Altos Andes que en otras zonas de Suramérica (Graves 1985).

Basado en los postulados de Mayr (1963), Graves (1985) realiza varias predicciones con respecto a la relación de la variación geográfica del plumaje con la altitud; la frecuencia de poblaciones fragmentadas e incipiente especiación incrementa con la elevación, la variación geográfica intraespecífica aumenta con la altitud, los índices de extinción de poblaciones aisladas son más grandes a altas elevaciones, la diversidad de comportamientos de forrajeo entre ensamblajes ecológicos se reducen con el incremento de la altitud en correspondencia con el decrecimiento de recursos y complejidad del hábitat.

Desde 1960, se empieza a inferir sobre la importancia de la variación geográfica en aves, permitiendo identificar que la mayoría de las especies tienen poblaciones estructuradas geográficamente y que el grado y escala en que se manifiesta esta subdivisión varía según el hábitat, condiciones ambientales y modos de vida (Graves 1985) .

La variación geográfica ocurre en muchas especies de aves distribuidas en el mundo, en el neotrópico se han documentado varios estudios con este fenómeno (Remser 1984, Traylor 1988, Benítez-Díaz 1993, Brumfield & Remser 1996, Graves 1997, Fitzpatrick & Stotz 1997, Claramunt 2002). Se ha sugerido que la variación geográfica y la divergencia es una causa de las presiones de selección local, tales como la elección de pareja y competencia.

Los gradientes en el estado de los caracteres que se escojan para medir la variación geográfica tales como tamaño del cuerpo o patrones de coloración del plumaje, se denominan *clinas* y se presentan por la expresión de la mezcla en el flujo de genes en poblaciones continuas, que puede ser dinámica o estática.

Muchas especies de aves de los bosques de los Andes muestran un patrón de variación geográfica en el color que es virtualmente desconocido en otras regiones del mundo; es así, como su estudio ha sido documentado y la interpretación de estos patrones provee muchas de las bases para la teoría de la especiación.

La naturaleza clinal de la mayoría de los patrones de variación de color es interpretada como evidencia del flujo de genes. Remser (1984) describe que algunos de los patrones de variación geográfica pueden explicarse desde la

“regla de Glogers”, la cual postula que la tendencia para poblaciones de áreas más húmedas es más fuerte en la pigmentación que las poblaciones conespecíficas de áreas menos húmedas” condiciones que se presentan principalmente en los Andes suramericanos.

6.3. Distribución, hibridación y zonas de contacto

La hibridación en aves se define como el cruce entre poblaciones en “contacto secundario” (Sibley & Short 1964). Este entrecruzamiento es un fenómeno genético que se ha generalizado en las aves y puede inferirse desde los análisis fenotípicos (Grant & Grant 1992).

En los procesos de hibridación es importante conocer y delimitar las zonas de contactos de las especies involucradas con el apoyo de capturas de aves en zonas preseleccionadas, observaciones de campo y análisis de los especímenes en diferentes museos ornitológicos (Curry 2005). La hibridación entre miembros de diferentes géneros aparentemente es muy rara (hibridación inter-específica), las crías en híbridos se han detectado de forma más evidente en especies congenéricas.

Por lo tanto, las zonas de contacto se describen como lugares donde ocurre la intergradación entre dos especies o subespecies, generalmente muy emparentadas, este cruzamiento puede ser muy estable en muchas poblaciones aviares, donde es importante señalar el modelo de equilibrio que señala que los híbridos se degradan y no pueden reproducirse, a diferencia de sus creadores que son dos poblaciones puras. Sin embargo el límite del modelo también explica que los híbridos pueden ser iguales o mejor adaptados en las zonas de intergradación.

Los cambios en los rangos geográficos entre especies muy emparentadas deben ser más rápidos que la evolución del aislamiento reproductivo, estos rangos son observados todos los días en el trópico y pueden proveer información no biogeográfica acerca de la historia de especiación (Curry 2005).

Con o sin diferencias en los hábitats que seleccionan, las especies pueden mantener contacto permanentemente con distribuciones adyacentes separadas por estrechas zonas híbridas. Estas zonas híbridas, en la cual dos “especies” hibridizan en el borde de sus distribuciones geográficas, según lo señalan Barton y Hewitt (1985). Generalmente este borde puede manifestarse como un ecotono o zonas ecológicas en transición, que en algunas especies de aves representa un lugar de tensión y de baja densidad poblacional.

Los mecanismos subyacentes de la especiación forman uno de los más debatidos tópicos en la biología evolutiva. Es así, como se han planteado numerosas rutas de especiación, pero ninguna ha sido totalmente clara en sus

postulados (Gavrilets 2003). La mayoría de los teóricos equiparan la especiación con aislamiento reproductivo, que se refiere a que miembros de una especie no puede entrecruzarse con miembros de otra; sin embargo se dejan de lado muchos aspectos, entre ellos las zonas de contacto.

Una especie presenta dimensiones en espacio y tiempo, creando problemas al momento de determinar límites concretos entre especies distintas. Las especies varían sus características, sus áreas de distribución, sus sitios de ocurrencia, en muchos ejemplos, una especie varía su área de distribución, en términos del espacio ocupado dependiendo de la época del año (Floyd 2001).

También podemos determinar que simplemente, las especies existen por ciertos periodos de tiempo y luego se extinguen (desde el punto de vista de extinción natural). Especies con rangos geográficos extensos y distribuidos en varias partes del mundo se denominan como cosmopolitas y las especies con rangos estrechos se denominan de distribución restringida.

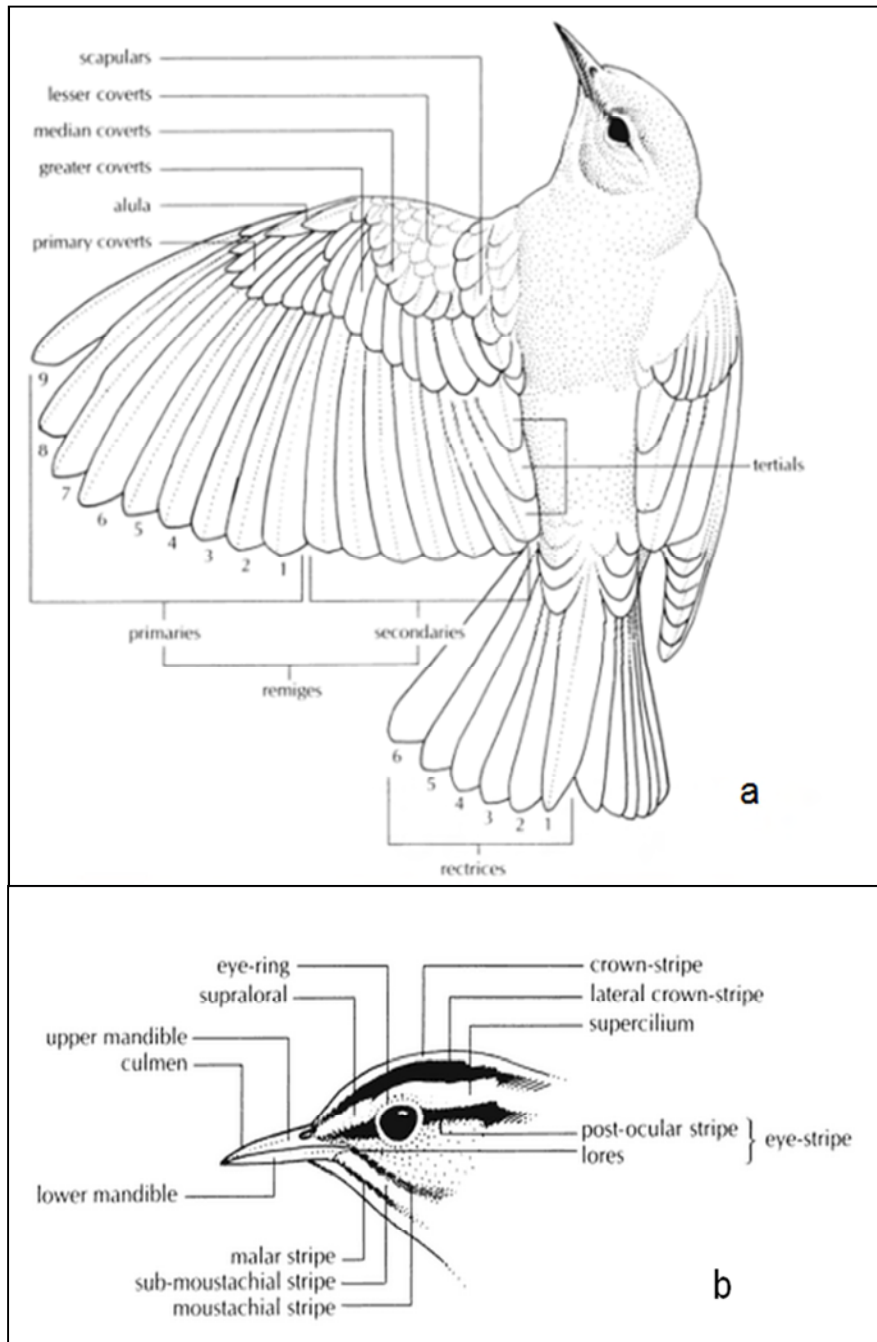
La región del Suroccidente de Colombia, en su gran mayoría hace parte del conglomerado de montañas andinas que representan puntos de endemismo, diversidad y especies de aves amenazadas a nivel nacional y mundial. Tradicionalmente, el surgimiento de la innumerable biodiversidad en estas montañas ha sido explicado por la influencia de las barreras geográficas en el aislamiento de las poblaciones que se ha diversificado en la alopatria.

6.4. MORFOLOGÍA Y COLORACIÓN DE AVES

La definición de una especie de ave ha sido desde años controversial, no obstante existen herramientas que miden y señalan factores morfológicos relevantes para su tratamiento; entre ellos se incluyen la aplicación de frecuencias relativas de diferentes fenotipos (Sadedin 2006); el nivel de divergencia en las preferencias entre dos poblaciones parentales.

Por otro lado, el estudio de la morfología pretende explicar la relación funcional entre la variación morfológica en aves, su ecología y taxonomía, que respaldaría la integración de información de las relaciones filogenéticas entre taxas (James 1982). La similitud en la morfología de las aves puede demostrar que las comparaciones en tamaño y forma se relacionan con la ocupación de hábitats similares, así se encuentren distantes. Para esta investigación se tuvo en cuenta la nominación topográfica en la morfología general de los Parulidos. Véase Figura.3.

Figura 3.
 Topografía del Ave. a. Estructura General, b. Cabeza
 (Curson *et al.* 1994)

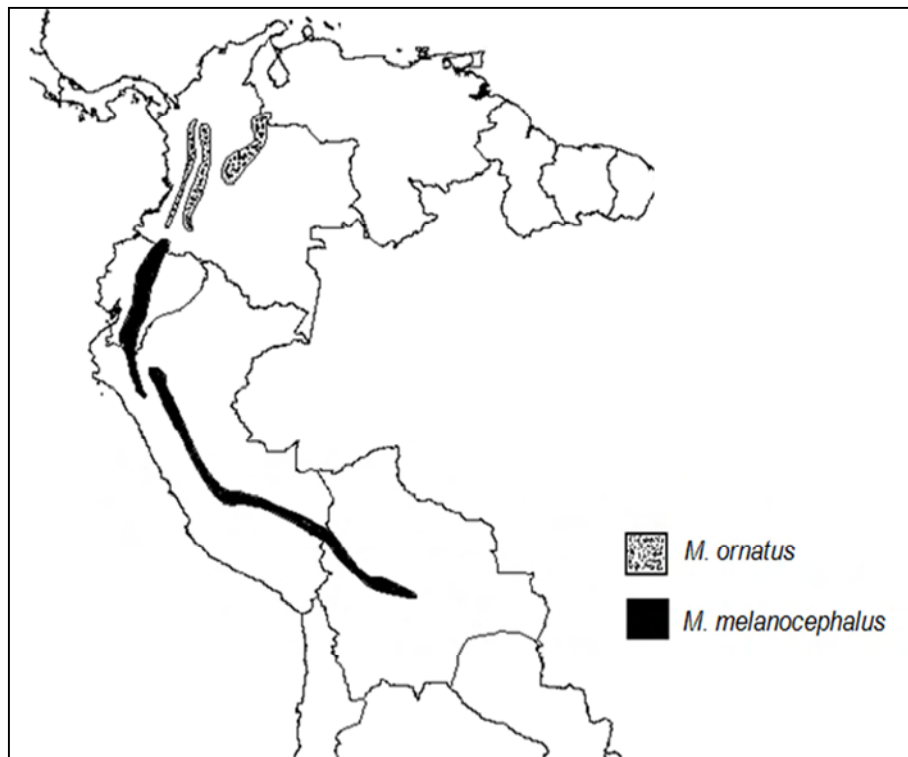


6.5. Genero *Myioborus* en suroccidente de Colombia.

El género *Myioborus*, hace parte de las reinitas insectívoras del nuevo mundo, estas aves son muy activas y vistosamente coloreadas (Curson *et al.* 1994). Se caracterizan por su tamaño pequeño, pico delgado y cerdas comisurales (vibrisas), anatómicamente se aproximan más a las tangaras y gorriones emberizinos. Se encuentran en una variedad de hábitats arbustivos o de monte claro, pero muy pocas se encuentran regularmente en el interior de selvas húmedas altas (Hilty & Brown 2001). *Myioborus* es uno de los tres géneros que tienen especies residentes en Colombia, junto con *Geothlypis* y *Basileuterus*.

El grupo *Myioborus* se distribuye solo en América, está conformado por las especies *M. pictus*, *M. castaneocapillus*, *M. bruniceps*, *M. pariae*, *M. albifacies*, *M. cardonai*, *M. torquatus*, *M. albifrons* (Curson *et al.* 1994). Presentes en Colombia se reportan a *M. flavivertex* (endémica de la Sierra Nevada de Santa Martha), *M. miniatus*, *M. ornatus* y *M. melanocephalus* (distribuidas en el Suroccidente de Colombia). Las dos últimas, son objeto de estudio geográfico en esta investigación (Figura 4).

Figura 4.
Distribución *Myioborus melanocephalus* y *M. ornatus* en América del Sur
(DATABASE Birdlife 2008)



6.5.1. Características de identificación y distribución de *Myioborus melanocephalus* (Tschudi 1844) (ITIS 2011).

Está presente en las selvas de montaña, bosques enanos, tiene una elevación mínima a 2.000 metros y una máxima a 3.400 metros, su centro de abundancia se registra en alta montaña, la sensibilidad a la perturbación es media. En la actualidad se conocen cinco poblaciones definidas en los Andes suramericanos, lo que ha llevado a nombrarlas como subespecies, principalmente por las diferencias en los patrones de coloración (Birdlife International 2004).

1. *Myioborus melanocephalus bolivianus* (Chapman 1919): se distribuye en los Andes Peruanos (Cuzco), hasta el occidente de Bolivia, en La Paz y Cochabamba. Tiene muchas semejanzas a *M. m. melanocephalus*, sin embargo es más pálido en la garganta y el pecho. Existe una gran variación individual en la extensión de las marcas amarillas en la frente y lados de la cabeza, y mientras que el área blanco en las plumas laterales de la cola, sobretodo en el tercer par, está por regla general más extendido en las muestras de Bolivia (Shulenberg *et al.* 2007)
2. *Myioborus melanocephalus griseonuchus* (Chapman 1927): Se distribuye en la vertiente occidente de los Andes, común en el noroccidente de Perú (Shulenberg *et al.* 2007). Los lados de la cara en *griseonuchus* tienden a ser menos negro que en *ruficoronatus*, aunque no siempre. En el tercer par de rectrices desde el exterior tiene una mancha terminal menos extensa. Además, la coloración amarilla en el anillo ocular es casi siempre roto al lado del lores en *griseonuchus* y casi siempre el anillo es completo en *ruficoronatus*, aunque a veces muy estrechos.
3. *Myioborus melanocephalus malaris* (Zimmer 1949): Se reporta su distribución geográfica en los Andes centrales, en el norte de Perú (Shulenberg *et al.* 2007).
4. *Myioborus melanocephalus melanocephalus*: (Tschudi 1844) *Setophaga melanocephala*, se distribuye en la zona templada húmeda de los Andes orientales del Perú desde Amazonas al sur de Ayacucho.
5. *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* (Kaup 1852): candelita sureña; Patrón de la cabeza variable, encima gris pizarra, cabeza más negra, anillo ocular y mayor parte de la coronilla, rufo. Infracaudales blancas; rectrices externas blancas conspicuas. Con frecuencia en pequeñas bandadas de su propia especie o como núcleo de bandadas mixtas. Revolotea y vuela corto activamente bajo a alto, en periferia de árboles y arbustos, a menudo muy confiado.

Según Calderón (2002), es frecuente cerca de jardines, bosque secundario bordes de bosque, forrajea en grupos de cinco o seis individuos o puede ser especie núcleo dentro de grupos mixtos. Se les observa saltando en los árboles, en las partes periféricas y buscan insectos detrás de las hojas.

6.5.2. Características de identificación y distribución de *Myioborus ornatus* (Boissonneau 1840) (ITIS 2011).

Se caracteriza por ser una especie insectívora de follaje, fácil de observar. Habita en el dosel y los bordes de los bosques. Mientras forrajea constantemente abre la cola en abanico y entreabre las alas. Es muy activo, brinca y sale de nuevo a cazar insectos. Revolotea y vuela corto en la periferia de árboles y arbustos. Forma parejas o grupos familiares. Su canto es frecuente y repetitivo (BirdLife International 2004).

Esta especie distribuida solo en Colombia, se reporta para las cordilleras occidental y central con la población de *M. ornatus chrysops* y en la cordillera oriental la población de *M. ornatus ornatus*. La principal diferencia son las extensas marcas blancas en la cabeza de *ornatus* a diferencia de *chrysops*, que están muy reducidas.

1. *Myioborus ornatus ornatus* (Boissonneau 1840): Su distribución altitudinal va de los 1800 a 3400 metros, en el límite de la vegetación arbórea. En la cordillera Oriental sur hasta Bogotá.
2. *Myioborus ornatus chrysops* (Salvin 1878): candelita cariblanca. Parte anterior de la cabeza y todas las partes inferiores amarillo brillante, parte anterior de la cara teñida naranja; parte posterior de la cabeza negruzca; pequeña medialuna blanca en auriculares, espalda y las gris oliváceo; cola negra, rectrices laterales blancas conspicuas (Hilty & Brown 2001).

7. METODOLOGIA

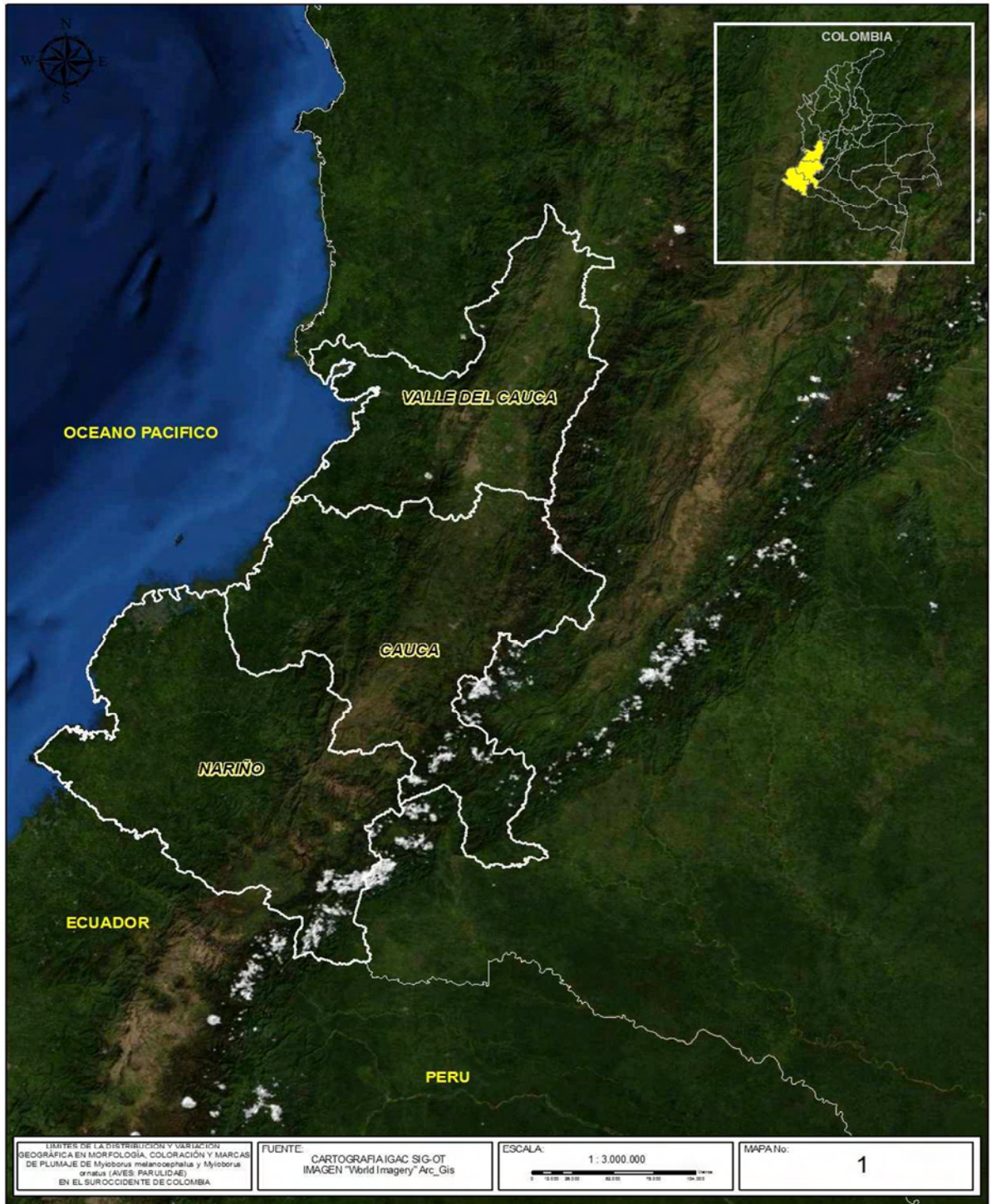
7.1. Descripción del área general de estudio

La región suroccidental de Colombia está conformada principalmente por los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño (Figura 5). Estos territorios comparten una rica diversidad de flora y fauna, asociada a la influencia de los ecosistemas de los Andes y la cercanía al Océano Pacífico. Valle del Cauca, extiende su territorio desde la isla volcánica de Malpelo, continúa hacia el oriente pasando por la cordillera occidental, donde se encuentra la única localidad de estudio registrada para este departamento.

El departamento del Cauca está compuesto por tres unidades fisiográficas. La primera unidad fisiográfica, la constituye el piedemonte amazónico, que es una zona altamente húmeda, con variedad de ecosistemas selváticos. En la segunda unidad fisiográfica, ubicada en la parte central, se localizan la cordillera Oriental y la Central, con una altura máxima de 5.780 msnm, en el nevado del Huila. El nacimiento y los valles de los ríos Patía y Cauca son alimentados por las fuertes precipitaciones, provenientes del océano Pacífico y la selva amazónica, en la zona de confluencia intertropical. En la tercera unidad fisiográfica, hacia el occidente, se localiza el litoral pacífico y sus llanuras (IGAC 2009).

Las características físicas del departamento de Nariño, están condicionadas por el Nudo de los Pastos, perteneciente a la cordillera de los Andes. Se identifica, la vertiente amazónica con selva húmeda. La vertiente occidental de la cordillera, se caracteriza por llanuras con vegetación exuberante y zonas costeras con gran cantidad de manglar. El sector central andino, está constituido por un conjunto montañoso, producto de grandes erupciones volcánicas causadas por el volcán Galeras, situado cerca de Pasto, y por otros volcanes cercanos. En esta zona se localiza la mayoría de localidades de estudio, de ahí, que se denomina área específica de investigación.

Figura 5
Mapa Área General de Estudio
(IGAC 2011)



7.1.1. Área específica: Provincias Biogeográficas Andina y Andina-Amazónica

Los términos provincia Andina y Andina-amazónica se refieren a las ecorregiones señaladas por Jorge Hernández (1992), estas dos áreas pertenecen a las variantes del Macizo Colombiano, áreas andinas estratégicas y separadas por las diferencias en la estructura vegetal, algunas variaciones en las poblaciones de fauna, formaciones montañosas y factores ambientales fluctuantes.

La provincia Andina se integra en la región Nor Andina que cubre un alto porcentaje del suroccidente colombiano, en la cual se presentan variedad de pisos térmicos que van desde cálido hasta nieves perpetuas, estructurando diferentes tipos de bosque distribuidos en los distritos de Bosques Andinos Nariño Oriental y Bosques Andinos Nariño Occidental (Halffter 1992), en los cuales se incluyen diferentes puntos de muestreo por observación y captura para este estudio.

La evaluación de la variación geográfica en la morfología y coloración de los *Myioborus* distribuidos en el suroccidente colombiano se desarrolló en tres fases. Para examinar los diferentes grupos poblacionales se efectuaron varias salidas de campo a localidades pre-seleccionadas para los muestreos; posteriormente se complementó esta información con los datos de especímenes depositados en las colecciones ornitológicas a nivel regional y nacional. Finalmente se realizó la organización y procesamiento de los datos en los programas Excel, NTSyS 2.1, Past 2.12 y Arc GIS 9.3, para el análisis numérico, confección de mapas e inferencia teórica.

7.2. Fase de campo

La investigación de campo se efectuó entre 20 y 30 salidas de campo en diferentes áreas predeterminadas de dos provincias en Nariño: andina y andino-amazónica entre el mes de julio de 2009 y octubre de 2011. En este periodo se realizaron visitas esporádicas a los sitios de muestreo, para registrar las poblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*, a través de técnicas básicas y metodologías estándar para el estudio avifaunístico y la captura de aves (Ralph *et al.* 1996), como avistamientos con binoculares MEADE© 8 X 10 y 10 X 12 de resolución y captura de individuos en algunas localidades, con 7 redes de niebla de 2.5 m de altura x 10 m de ancho y un ojo de malla de 32 mm.

7.2.1. Selección de áreas de muestreo.

La determinación de puntos de muestreo de los *Myioborus* a largo de extensa geografía andina de Nariño se referenció con literatura ornitológica y mapas de distribución de Aves de Colombia (Hilty & Brown 2001, Restall *et al.* 2006, Database 2008, GAICAves 2009). Las observaciones con binoculares se realizaron por medio de caminatas y rutas de estudio estratégicas en los hábitats descritos para *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*. Para cada individuo reportado y fotografiado se describió los patrones de color en plumaje y actividad que realizaba al momento de ser observado.

La frecuencia de detección por observaciones se representó como índice de abundancia relativa. El estimado de la abundancia permite encontrar las especies que están determinando diferencias o igualdades entre una comunidad y otra en las zonas de muestreo establecidas (Villarreal *et al.* 2004). Los rangos de abundancia se determinaron según los criterios utilizados por Parker (1991), con modificaciones:

- a. Abundante: Registrada en todos los recorridos de observación dentro del hábitat apropiado, en números mayores a dos individuos por Km de recorrido.
- b. Común: Registrada en todos los recorridos dentro del hábitat apropiado en números menores a dos individuos por km de recorrido.
- c. Poco común: Registrada no en todos los recorridos y menos de dos individuos por Km de recorrido, pero registrado más de tres veces en el total de muestreos.
- d. Rara: Registrada menos de tres veces durante todos los recorridos de muestreo.

Las zonas geográficas para el registro de la información por observaciones son semejantes en tipo de bosque, particularmente alto andino y borde de bosque con alturas similares por arriba de los 2700 metros. En general, bosques achaparrados distribuidos en las 14 localidades visitadas (Tabla No. 3 y Figura 6) con temperatura, humedad y precipitación comunes. Cada zona y punto de muestreo se georreferenció con un GPS Garmin © HCX para procesar la información geográfica en las poblaciones encontradas por medio del software Arc GIS 9.3. Los datos geográficos se complementaron con información secundaria para la elaboración de los mapas de distribución de las poblaciones.

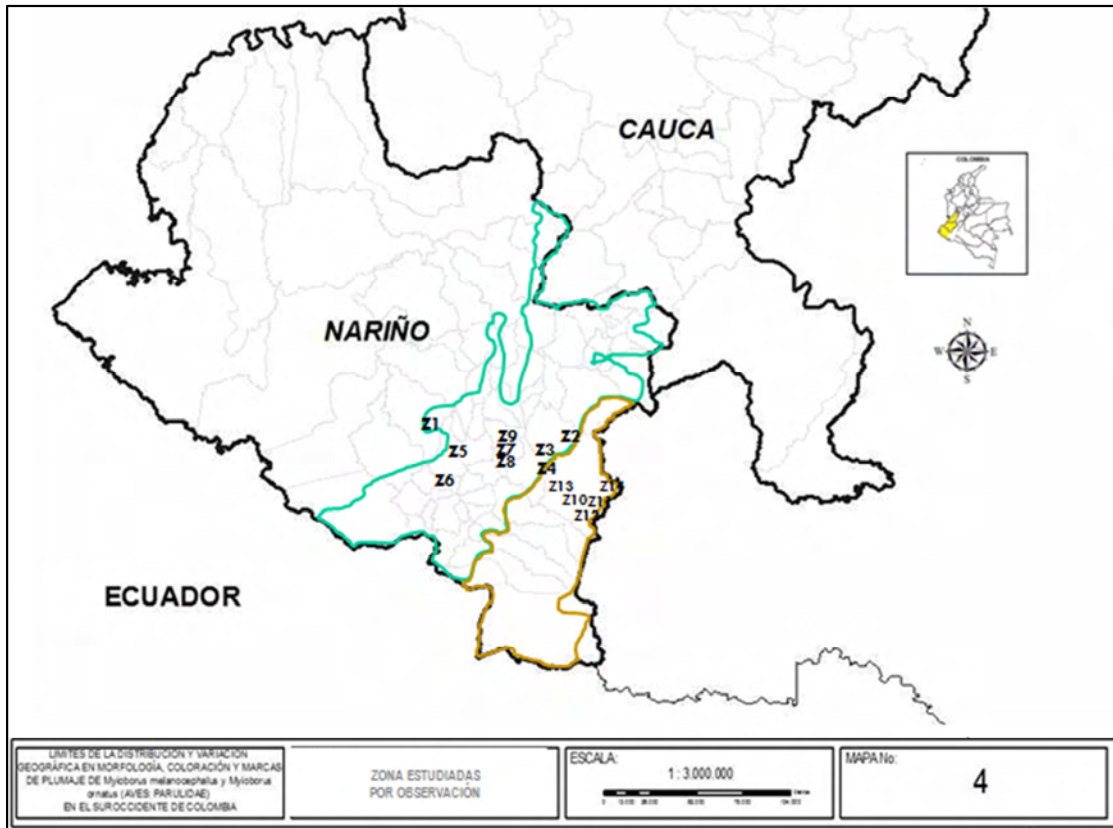
Tabla No. 3
Zonas seleccionadas para muestreo por observación en Nariño
(Esta investigación 2012)

Cod.	ZONA	MUNICIPIO / CORREGIMIENTO / VEREDA	PROVINCIA	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS GEOGRAFICAS
Z1	Borde Bosque Pisiltes	Santacruz Guachavés / Pisiltes	Andina	Ubicado en la vereda de Pisiltes a 3 km de la cabecera municipal con una altura que va desde 2800 a 3150 m.	01°13' 48,11" N 77°40' 59,83" W
Z2	Bosque Alto de Daza	Pasto / Morasurco / Alto de Daza	Andina	Posee un área de: 5.822,8 Ha's, Daza se encuentra a 5 km de la ciudad de Pasto, se localiza como una franja que bordea la vertiente entre los 2800 y 3500 msnm.	01°16'25.2" N 77°15'5.8" W
Z3	Centro Ambiental Chimayoy	Pasto /	Andina	Se encuentra ubicado en el Corregimiento Morasurco a una altura de 2.750 metros.	01°15'52.46" N 77°17'12.75" W
Z4	Cerro "El Fraile"	Pasto / Cabrera	Andina	Se caracteriza por presentar parches de selvas Alto Andinos y franjas de subpáramo, altura entre los 2900 - 3300 m.	01°14'46.13" N 77°12'30.12" W
Z5	Reserva Natural El Azufral	Sapuyes / Guaises	Andina	La zona está constituida por árboles que oscilan entre 5 y 12 metros de altura, entre los cuales sobresalen especies vegetales como <i>Weinmannia</i> , <i>Hedyosmum</i> y <i>Freziera</i> . Asociados a ellos se encuentran especies de las familias Asteraceae, Melastomataceae, entre otras. Aproximadamente un 30% del área total de bosque secundario (Corponariño-GAICA	01° 3' 58.4" N 77° 41'46.6" W

				2009)	
Z6	Paja Blanca	Ospina	Andina	Las observaciones se realizaron en una altura que oscila entre los 2850 y 3200 msnm. La Zona de vida: Bosque Húmedo Montano (bh-M), en estudio de Declaratoria de Paja Blanca como Área Protegida regional (Corponariño GAICA 2009).	0°56'43.34" N 77°34'59.66" W
Z7	Santuario de Flora y Fauna Galeras 1	Yacuanquer / San José de Córdoba	Andina	El registro fue a una altura de 2900 m. La temperatura va desde los 3 a 12°C y precipitación anual de 500 a 2000 mm.	01°08'54.46" N 77°22'17.56" W
Z8	SFF Galeras 2	Yacuanquer / San Felipe	Andina	Se caracteriza por ser una franja de vegetación muy intervenida. Se encuentra en el bosque alto andino.	01°08'03.29" N 77°24'20.09" W
Z9	Santuario de Flora y Fauna Galeras 3	Sandoná / Santa Barbará	Andina	Está en la franja de vegetación característica sobre los 2.800 msnm y el límite con la franja del páramo; en esta zona aún se encuentran áreas de vegetación sin Intervención antrópica.	01°15'43.07 N 77°26'06.50" W
Z10	Laguna Cocha 1	Reserva Natural El Vicundo	Andino-amazónica	El área a una pequeña zona de la Cordillera Nudo de los pastos en la vertiente oriental. Se caracteriza por un relieve montañoso con elevaciones entre 2.800 y 3.600 m. Está formada por tres grandes paisajes: montañoso, altiplanicie y el lago de la Cocha.	1°06' 04,90" N 77°07' 8,30" W
Z11	Laguna	Reserva	Andino-	Se encuentra gran	01°04' 50.8" N 77°07' 32.6" W

	Cocha 2	Natural Encanto Andino	amazónica	diversidad de flora, siendo las familias más representativas son	
Z12	Laguna Cocha 3	Reserva Herederos del Planeta	Andino-amazónica	Asteráceas, Bromeliáceas y Orchidáceas. Se registraron especies de árboles nativos como Motilón, Arrayán, Cancho, Capulí, Mate, Encino y Pino.	01°03'53.11" N 77°07'19.31" W
Z13	Laguna Cocha 4	Casapamba	Andino-amazónica	La Vereda Casapamba se encuentra en la parte norte de la Laguna de la Cocha, la zona se divide entre cultivos, pastos y humedales. El muestreo se realizó en las zonas de conservación de las RN Las Perlas y RN El Arrayán.	01°07'44.72" N 77°11'22.77" W
Z14	Limite departamental Nariño Putumayo	Pasto (Nariño), Santiago (Putumayo)	Andino-amazónica	Se caracteriza por su biodiversidad y su aspecto paisajístico. Es un bosque natural bien conservado, y un gran número de helechos y orquídeas que tapizan el suelo del bosque.	01.08.11.31 77.05.46.22

Figura 6.
 Zonas estudiadas por observación en Nariño
 Provincia andina (línea color verde), andino-amazónica (línea color amarillo)
 (Esta investigación 2012)



El periodo de campo se complementó con la captura y colecta de individuos *Myioborus* tipo *melanocephalus* x *ornatus*, con muy pocas pieles en las colecciones de referencia ornitológica nacionales. Se efectuaron muestreos de captura en cuatro localidades del departamento de Nariño (Tabla No. 4 y Figura 7), estos lugares fueron previamente seleccionados por su relativa homogeneidad en los hábitats. Cada una de las zonas se georreferenció y se reportaron datos en los seis muestreos de campo realizados, que correspondían a 2 o 3 días de campo, según el éxito de captura de los individuos.

Tabla No. 4
Zonas seleccionadas para muestreos por captura en Nariño
(Esta investigación 2012)

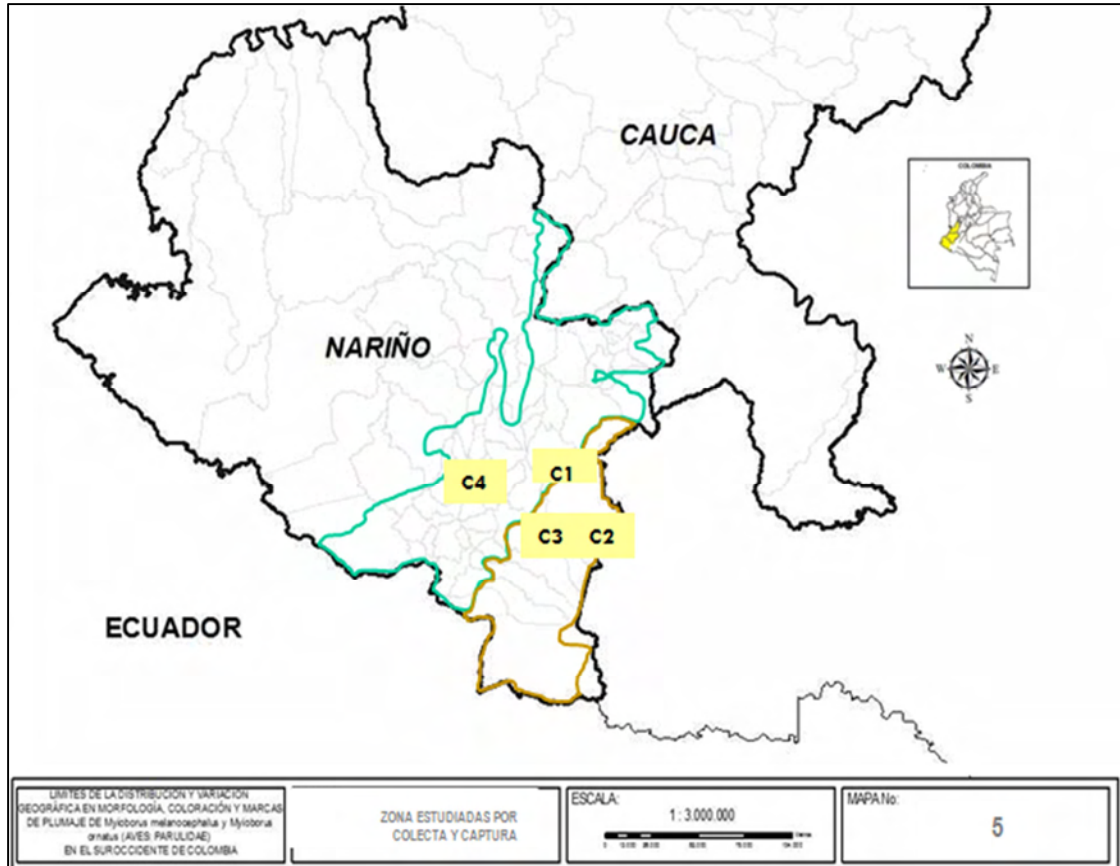
Cod.	ZONA	MUNICIPIO / CORREGIMIENTO / VEREDA	PROVINCIA	No. de Capturas
C1	Alto de Daza	Pasto / Morasurco / Alto de Daza	Andina	3
C2	Laguna de la Cocha	RN Encanto Andino	Andino-amazónica	2
C3	Laguna de la Cocha	RN El Vicundo	Andino-amazónica	6
C4	Reserva Natural El Azufral*	Sapuyes / Guaises	Andina	2

*Fase de campo Consultoría Declaratoria de Paja Blanca. GAICA.2009

La captura de individuos completó los datos morfológicos para el análisis comparativo, más allá de caracterizar la morfología y coloración del plumaje para poder relacionarlo con su hábitat, locomoción, comportamiento de forrajeo y dieta. A los ejemplares capturados en los sitios de la zona andina y andino-amazónica de Nariño, se les registro los siguientes atributos (Villarreal *et al.* 2004):

- a. Localidad
- b. Coordenadas (GPS)
- c. Altitud
- d. Fecha
- e. Número de captura (consecutivo)
- f. Sexo: atributo no registrado, las especies de *Myioborus* no presentan un dimorfismo sexual en los patrones de coloración de plumaje evidente.
- g. Edad: Adulto, juvenil y polluelo.
- h. Estado reproductivo: Presencia o ausencia del parche de incubación.
- i. Cantidad de grasa en la fúrcula y flancos: Valores de 0 a 5.
- j. Estado del plumaje: fresco, gastado, regular.
- k. Muda del plumaje: ausente, cuerpo, alas, cola y accidental.

Figura 7.
Zonas estudiadas por captura en Nariño
(Esta investigación 2012)



7.3. FASE DE LABORATORIO

7.3.1. Revisión en museos y colecciones ornitológicas

Se efectuó la revisión morfológica y el análisis de los patrones de coloración en especímenes de referencia poblacional de *Myioborus*, con criterios taxonómicos que sean semejantes para efectos de comparación. Si uno de esos especímenes se ajusta a uno de los tres morfotipos mencionados, entonces se le asigna el nombre de esa especie, población o denominación para el estudio.

Esta investigación examinó un total 72 ejemplares, de estos 61 de la región suroccidental de Colombia fueron utilizados en el estudio (Anexo A); 24 (veinticuatro) especímenes de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus*, 20 (veinte) ejemplares de *M. ornatus chrysops* y 17 (diecisiete) del tipo *melanocephalus x ornatus*. Las pieles de diferentes zonas del suroccidente de Colombia se depositan en tres colecciones ornitológicas.

El Museo de Historia Natural del Instituto de Ciencias Naturales MHN-ICN Universidad Nacional (Figura 8), Colección Zoológica PSO-CZ de la Universidad de Nariño y Museo de Historia Natural Carlos Lehman Universidad del Cauca MHN-UC. Las localidades del material estudiado se muestran en la Tabla No. 5 y se listan en el Anexo A.

Tabla No. 5
Zonas referenciadas en colecciones ornitológicas
(Esta investigación 2012)

Cod.	LOCALIDAD	COLECCIÓN
R1	La Cocha Pasto	MHN-ICN
R2	La Cocha El Vicundo Pasto	PSO-CZ
R3	La Cocha Encanto Andino Pasto	PSO-CZ
R4	La Victoria Ipiales	MHN-ICN MHN-UC
R5	Galeras-Consacá	MHN-ICN
R6	Túquerres	MHN-ICN
R7	Azufral Sapuyes	PSO-CZ
R8	Chiles – Cumbal	PSO-CZ
R9	Alto de Daza- Pasto	PSO-CZ
R10	El Tambo - Cauca	MHN-ICN MHN-UC
R11	Munchique - Cauca	MHN-UC MHN-ICN
R12	Páez - Cauca	MHN-ICN MHN-UC
R13	Farallones - Valle del Cauca	MHN-ICN

Figura 8.
Instituto de Ciencias Naturales UN, Colección Ornitológica. Archivador G Familia
Parulidae. G2 Genero *Myioborus*.
(Esta investigación 2012)



7.3.2. Evaluación Morfológica

El objetivo de tomar una serie de mediciones a los *Myioborus* colectados y almacenados en colecciones ornitológicas fue principalmente analizar comparativamente las poblaciones de las diferentes zonas de la región suroccidental de Colombia. Con metodologías estándar de morfometría (Stiles 2004), se tomaron 9 (nueve) atributos morfológicos externos de los individuos (Tabla No. 6). Los datos de masa del cuerpo aviar se obtuvieron *in vivo* en los muestreos por captura y con información de etiqueta de museo, sin embargo este atributo no se aplicó estadísticamente al presentar inconsistencias y datos faltantes en las pieles.

Aunque no existe un dimorfismo sexual evidente en ninguna de las especies, los datos se trataron por separado entre hembras y machos, teniendo en cuenta el tamaño de cada serie de sexo (Traylor 1988). Las medidas morfológicas fueron tomadas con un calibrador electrónico digital de precisión 0.05 mm.

Tabla No. 6
 Medidas (en mm) atributos morfológicos externos y masa del cuerpo
 (Adaptado de Stiles 2004)

No.	ATRIBUTOS	PARAMETRO	DESCRIPCIÓN
1	Exposición del culmen	Culmen Expuesto (CE)	Desde el punto donde las plumas tapan la base del pico, hasta la punta. Debido a la determinación del primer punto es algo subjetiva, esta medida es menos exacta que CT y LN.
		Culmen Total (CT)	Largo desde la visagra nasofrontal hasta la punta del pico.
2	Pico desde narina	Largo Narina (LN)	Desde el punto distal (anterior) de la abertura nasal, hasta la punta del pico. Es la medida más precisa, muy usada en estudios taxonómicos.
3	Anchura pico	Comisura CO	Desde una esquina de la boca hasta la otra.
4	Profundidad Pico	Altura desde las narinas AN	Medida dorsoventral o vertical del pico.
5	Ala	Longitud del ala. (Cerrada)LA	Medida sobre el ala cerrada en posición normal, desde la muñeca (el punto de flexión del ala), hasta la punta de la primaria más larga. Con las primarias en sus posiciones y curvaturas normales.
6	Cola LC	Longitud Cola	Desde la base de las timoneras centrales (el punto en que salen de la piel) y la punta de la timonera más larga, con la cola cerrada.
7	Tarsometatarso LR	Longitud Tarso	Desde la base (punta proximal) de este hueso en el nudo tarsal, hasta el extremo de la última escama tarsal que tapa las

			bases de todo los dedos anteriores.
8	Longitud Total LT	Longitud Total	Desde la parte superior de la cabeza hasta la punta de la rectriz más larga con la cola cerrada.
9	Longitud Cabeza –Pico* CP	Longitud Cabeza –Pico	Desde el punto de terminación de la nuca hasta la punta del pico. No ha sido utilizada en estudios ornitológicos.
10	Masa del cuerpo (g)	Masa del cuerpo (g)	En gramos, medido con una pesola (romana) de resorte. En campo, en una bolsa para mantenerla inmóvil. En museo con dato de etiquetas.

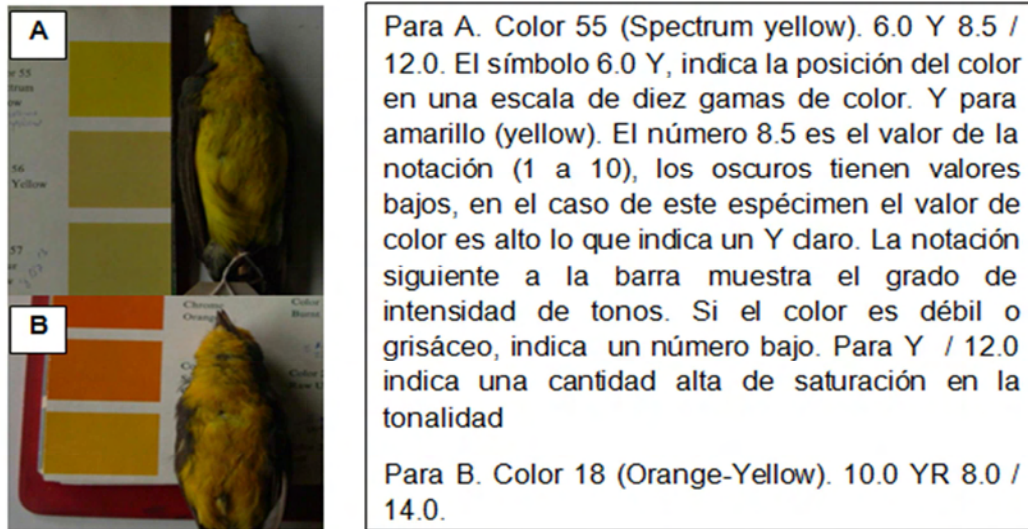
*Medida propuesta para esta investigación.

Para el estudio de las marcas y patrón de coloración en el plumaje se buscaron caracteres del diseño y color. Esta variación en la coloración se distribuyó en estados discretos para el análisis comparativo de las especies investigadas (Traylor 1988, Claramunt 2002, Stiles 2004), generalmente los datos fueron cualitativos y se trabajaron con la Guía Naturalista del Color (Smithe 1975). Los juveniles fueron identificados pero no se los tuvo en cuenta para este análisis.

La Guía agrupa las familias de colores descritas para aves, cada muestra cromática se fundamenta en la notación numérica decimal *Munsell*, que consta básicamente de tres elementos claves: Matriz, Valor e Intensidad, cada color posee estas cualidades. Para entender el factor de la notación, consideramos el color de pecho y abdomen de dos especímenes, el primero *Myioborus melanocephalus ruficoronatus*, y el segundo del tipo *melanocephalus x ornatus* (b), como se muestra a continuación en la figura 9.

Cada una de las pieles depositadas en las colecciones ornitológicas fue comparada con la Guía Naturalista del Color. Con el propósito de minimizar el sesgo por observación de un solo investigador, en este caso el principal, se contó con la colaboración de personal de laboratorio. En particular, en el Instituto de Ciencias Naturales UN, participaron el Prof. Gary Stiles y el Dr. Miguel Lentino.

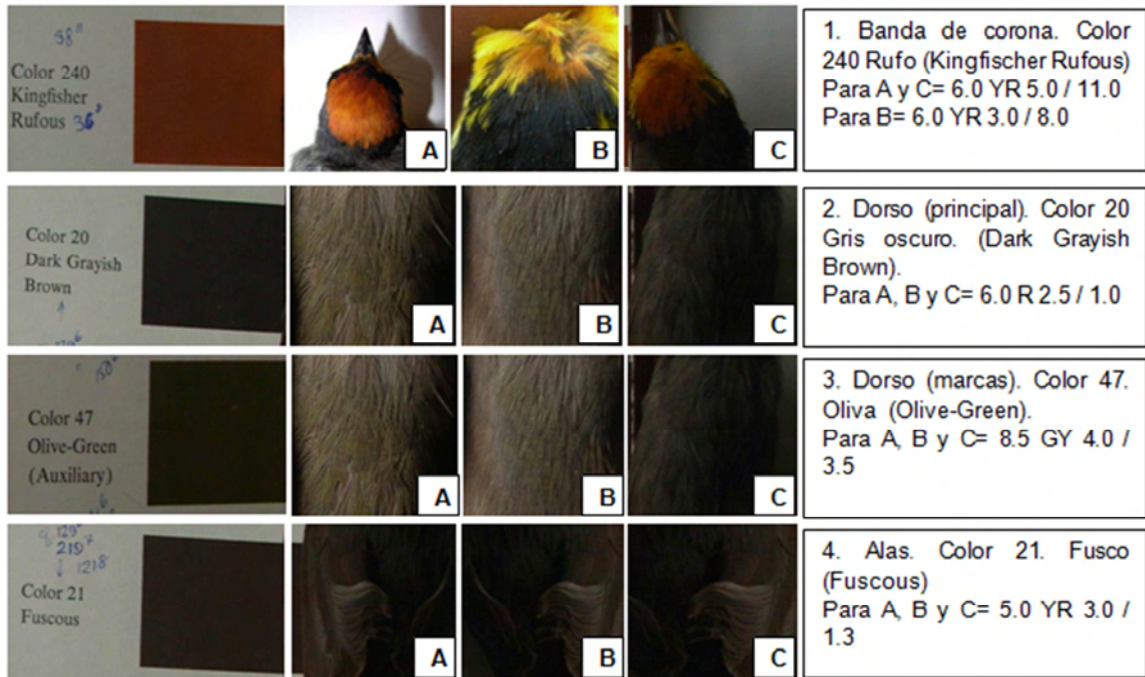
Figura 9.
 Caracterización del color. A) *M. melanocephalus ruficoronatus* y
 B) *melanocephalus x ornatus* según notación Munsell, sección ventral
 (Esta investigación 2012)



La utilización de la notación *Munsell*, permitió hacer una aproximación más exacta y “racional” de la coloración de las pieles de las especies estudiadas. Sin embargo, es importante señalar que la variación notacional del color puede afectar el resultado del estado en que se encontró los especímenes depositados, ya que algunos de ellos llevan más de 40 años en las colecciones. De esta manera, se comparó el plumaje de un espécimen colectado en 1.970 (MHN-ICN-29310- Anexo A) y una piel ornitológica colectada en 1.999 (MHN-ICN 33712), sin encontrar diferencias reveladoras que puedan incidir en las conclusiones principales del estudio.

El análisis comparativo de las marcas y coloración del plumaje se llevó a cabo en ejemplares adultos machos y hembras de *M. melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*. Se tomaron cuatro partes relevantes de la estructura corporal de los individuos (Figura 10).

Figura 10.
 Caracterización del color en marcas y plumaje. A) *M. m. ruficoronatus*, B) *M. o. chrysops*, C) *melanocephalus x ornatus* según notación Munsell
 (Esta investigación 2012)



Con la información de caracterización de color se evaluaron cinco caracteres en las marcas y plumajes (Tabla No. 7) para analizar el patrón de variación dentro de *Myioborus*.

El diseño y coloración de las timoneras fue analizado en los individuos y especímenes, sin embargo no se tuvo en cuenta para discriminar los caracteres en estados discretos, todas las muestras presentaron un patrón muy similar en la cola, las timoneras extremas blancas, sub-extremas blancas con borde gris-oscuro, las centrales totalmente gris-oscuro. Cada uno de los estados fue trazado en un mapa de la región suroccidente de Colombia en los puntos de distribución de los grupos poblacionales.

Tabla No. 7
 Caracteres del plumaje variables entre individuos-ejemplares de
M. melanocephalus ruficoronatus, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*.
 Entre paréntesis la figura que representa cada estado.
 (Esta investigación 2012)

No.	Caracteres de marcas y coloración del plumaje	Descripción (machos y hembras adultos)
1	Banda de la coronilla	Banda con coloración rufo. Patrón variable, la mayor parte de la coronilla rufa en poblaciones típicas de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> . <u>Estado 1</u> : toda la coronilla rufa (blanco), <u>Estado 2</u> : toda la coronilla rufa con tenues listas negras en parte anterior (negro). <u>Estado 3</u> : coronilla amarilla con pequeña porción rufa en parte posterior de la coronilla (gris).
2	Listas en parte posterior coronilla	Marcas evidentes en parte posterior de la coronilla. <u>Estado 1</u> : coronilla rufa con listas negras (blanco). <u>Estado 2</u> : coronilla rufa sin listas (negro). <u>Estado 3</u> : coronilla amarilla sin listas (gris).
3	Color de la frente	Color de la frente, negro en poblaciones típicas de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> . <u>Estado 1</u> : color negro (blanco). <u>Estado 2</u> : naranja-amarillo (YR) (negro). <u>Estado 3</u> : amarillo (gris).
4	Lista auricular	Pequeña medialuna blanca en auriculares. Típicamente en <i>M. ornatus chrysops</i> . <u>Estado 1</u> : lista en medialuna blanca (blanco). <u>Estado 2</u> : lista en medialuna blanca con tenues manchas amarillas (negro). <u>Estado 3</u> : sin lista (gris).
5	Dorso principal (coloración base)	Color dorso gris-oscuro con manchas color oliva. <u>Estado 1</u> : Dorso con abundantes manchas oliva (blanco). <u>Estado 2</u> : Dorso con pocas manchas olivas (negro). <u>Estado 3</u> : Dorso sin manchas oliva (gris).

7.3.3. Estrategias de análisis gráfico-estadístico

Para proporcionar elementos geográficos a la potencial variación en la morfología y coloración de las especies “problema” se confeccionó mapas de las áreas de distribución, escalamiento espacial y de las variables evaluadas con la metodología básica de cartografía World Image del software ARC GIS 9.3. (IGAC 2011).

Después de georreferenciar los puntos con coordenadas, elevación y referencias en las etiquetas de especímenes de las localidades estudiadas, se complementó la información espacial en formato *shapefile*, en el portal digital IGAC SIG-OT correspondiente a municipios y departamentos del suroccidente de Colombia, permitiendo la elaboración de las imágenes geográficas con la descripción de convenciones de los mapas en la fuente de trabajo.

El alfa (α) aplicado en el análisis estadístico de esta investigación fue de $p=0.05$ y en algunos casos se estableció la comparación de un alfa $p=0.01$. Para evaluar la distribución normal del universo de valores morfológicos en las poblaciones de *Myioborus* se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks.

El interés en comparar y relacionar tres o más subpoblaciones se evaluó con la prueba estadística Kruskal-Wallis. A partir de este análisis de varianza no paramétrica, se comparó las medianas de varios grupos. Esta prueba también se considero como una extensión de múltiples grupos de la U de Mann-Whitney (Zar 1996), prueba estadística utilizada para dos grupos, ya que no asume distribución normal, pero puede asumir igual forma de distribución para todos los grupos.

La distribución de los patrones de coloración del plumaje en estados discretos permitió investigar la independencia de los caracteres en los ejemplares en estudio de cada uno de los grupos poblacionales. Se utilizó tablas de contingencia con el estadístico G de razón de verosimilitudes aproximado a la distribución de Chi-cuadrado (Claramunt 2002).

El análisis morfométrico abordó las diferencias entre *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*, y de cada uno en comparación con las entidades de las localidades de La Cocha, Victoria y Daza, en esta investigación denominadas *melanocephalus x ornatus*. La comparación de los promedios derivados entre los taxones estudiados, resultó de la prueba estadística de Kruskal Wallis. Las diferencias significativas fueron analizadas con la prueba *a posteriori* test de Bonferroni que determinaron las características morfológicas similares entre las especies.

Para disminuir al máximo el sesgo en la toma de medidas morfológicas se repitió una vez en cada uno de los ejemplares e individuos estudiados (acción de repetibilidad).

La información morfométrica registrada se analizó por medio de un análisis de componentes principales PCA, empleando el programa estadísticos NTSyS versión 2.1. Para esto se estandarizaron las variables y se realizó el análisis de ordenación y el posterior UPGMA para el análisis de clúster.

Análisis de componente principal (PCA)

El PCA permitió la reducción de datos, simplificación de procesos, reducción de dimensionalidad del problema, mejoró interpretaciones que no son posibles por otros análisis estadísticos; a través de combinaciones lineales en las que se relaciona la estructura de varianzas y covarianzas de una serie de variables originales (Lema 2003).

Para agrupar las especies según los parámetros morfológicos y establecer una posible relación del *melanocephalus x ornatus* con una de las dos taxas se efectuó un PCA, que permitió determinar la variable que aporta el mayor peso para diferenciar los grupos taxonómicos y el grado de diferenciación entre los grupos formados.

Análisis de Clúster

Esta estrategia multivariada posibilitó clasificar y agrupar cierto número de elementos *no clasificados*, en clases homogéneas, de tal forma que *melanocephalus x ornatus* pueda declararse perteneciente a uno de los taxas estudiados (Lema 2003).

8. RESULTADOS

Los resultados proveen evidencias acerca de la real distribución de las subespecies de *Myioborus melanocephalus* y *M. ornatus* en el suroccidente colombiano. El primer capítulo describe los resultados del modelo de variación geográfica intraespecífica en la morfología y coloración plumaje de las subpoblaciones registradas y discute las implicancias de estos cambios sobre su biogeografía.

El segundo capítulo se aproxima al posible fenómeno de introgresión entre las especies o intergradación entre subespecies a través de las conclusiones de la variación geográfica interespecífica, entre los tres grupos de *Myioborus* definidos. Cada capítulo tiene un apartado de evaluación y discusión de hipótesis planteadas. Finalmente, se proponen algunas perspectivas para futuras investigaciones.

Para el análisis geográfico y taxonómico junto a la elaboración de elementos visuales de distribución, se agruparon los individuos observados y examinados de las subespecies estudiadas en 8 grupos poblacionales (sub-poblaciones), teniendo en cuenta la identidad taxonómica, aparente homogeneidad de hábitats y la distancia entre las zonas, como lo muestra la tabla No. 8

Tabla No. 8
Grupos poblacionales de *Myioborus* estudiados en el Suroccidente de Colombia
(Esta investigación 2011)

No.	Grupo poblacional	Zonas	Observaciones
1	La Cocha	Z4, Z10, Z11, Z12, Z13, Z14, C2, C3, R1, R2 y R3.	Se presentan individuos atípicos (<i>melanocephalus x ornatus</i>), no se registraron formas típicas de las dos especies investigadas.
2	La Victoria	R4	Poca presencia del típico <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> y de individuos <i>melanocephalus x ornatus</i> .
3	Galeras	Z7, Z8, Z9 y R5	Individuos de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> con patrones de coloración variables en la vertiente occidental. Mientras ind. <i>melanocephalus x ornatus</i> se registraron en vertiente oriental.
4	Túquerres	Z1, Z5, Z6, C4, R6, R7 y R8	Se encontraron formas típicas de <i>M. melanocephalus ruficoronatus</i> con patrones de coloración variables. No hay registros de <i>melanocephalus x ornatus</i> .
5	Daza	Z2, Z3, C1 y R9	Se presentan individuos atípicos (<i>melanocephalus x ornatus</i>), no se registraron formas típicas de las dos especies investigadas.

6	Tambo	R10 y R11	Individuos típicos de <i>M. ornatus chrysops</i>
7	Farallones	R13	Individuos típicos de <i>M. ornatus chrysops</i>
8	Páez	R12	Individuos típicos de <i>M. ornatus chrysops</i>

8.1. CAPITULO I. VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LA COLORACIÓN Y MORFOLOGÍA EN CADA UNA DE LAS ESPECIES.

El esfuerzo de observación (tiempo y distancia recorrida), en las áreas de interés investigativo, con una velocidad constante (en promedio 1Km por hora), fue de 153h y 39Km (Tabla No. 9) En algunas áreas de estudio, la observación fue interrumpida por el comportamiento del clima o la complejidad de la zona explorada.

En las 14 zonas visitadas ubicadas en dos provincias geográficas de Nariño se encontró un total de 103 individuos de *Myioborus*, de los cuales el 17% corresponde a individuos con patrones típicos en la coloración de la subespecie *M. melanocephalus ruficoronatus*, mientras que el 83% del total observado se registro como ejemplares del grupo *melanocephalus x ornatus*.

El 52 % de los registros por observación se reportan en localidades de la zona andina de Nariño. El porcentaje restante de observaciones se presentó en la zona andino-amazónica. En las dos provincias no se reportaron individuos típicos de la subespecie *M. ornatus chrysops*.

En las cuatro zonas de colecta y captura de individuos de *Myioborus* (Tabla No. 4) en el departamento de Nariño, se obtuvo 13 (trece) pieles ornitológicas, en su totalidad del grupo *melanocephalus x ornatus* e incorporadas en la colección zoológica de la Universidad de Nariño.

Tabla No. 9
Abundancia relativa en registros por observación en Nariño
(Esta investigación 2011)

Cod.	ZONA	Grupo	No. de individuos	Horas	Distancia recorrida (Km)	Abundancia relativa
Z1	Borde Bosque Pisiltes.	<i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	3	15	3	Poco común
Z2	Bosque Alto de Daza	<i>melanocephalus x ornatus</i>	22	24	4	Abundante
Z3	Centro Amb. Chimayoy	<i>melanocephalus x ornatus</i>	2	6	2	Rara
Z4	Cerro "El Fraile"	<i>melanocephalus x ornatus</i>	5	10	3	Común
Z5	Reserva Natural El Azufral	<i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	8	7	3	Común

Z6	Paja Blanca	<i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	3	7	2	Poco común
Z7	SFF Galeras 1	<i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	2	10	2	Poco común
Z8	SFF Galeras 2	<i>melanocephalus x ornatus</i>	2	7	1	Común
Z9	SFF Galeras 3	<i>M. melanocephalus ruficoronatus</i>	2	10	3	Rara
		<i>melanocephalus x ornatus</i>	4		3	Poco común
Z10	Laguna Cocha 1	<i>melanocephalus x ornatus</i>	16	20	4	Abundante
Z11	Laguna Cocha 2	<i>melanocephalus x ornatus</i>	21	18	3	Abundante
Z12	Laguna Cocha 3	<i>melanocephalus x ornatus</i>	8	7	3	Común
Z13	Laguna Cocha 4	<i>melanocephalus x ornatus</i>	3	6	2	Poco común
Z14	Limite departamental Nariño Putumayo	<i>melanocephalus x ornatus</i>	2	6	1	Común

8.1.1. Variación intraespecífica en morfología de *M. melanocephalus ruficoronatus*.

La media (\bar{x}) de todas variables morfométricas de machos y hembras de las subpoblaciones de *ruficoronatus*, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0.083$), resultado del test U de Mann-Whitney. Por lo tanto, la evaluación de la variación se trató en conjunto entre machos y hembras.

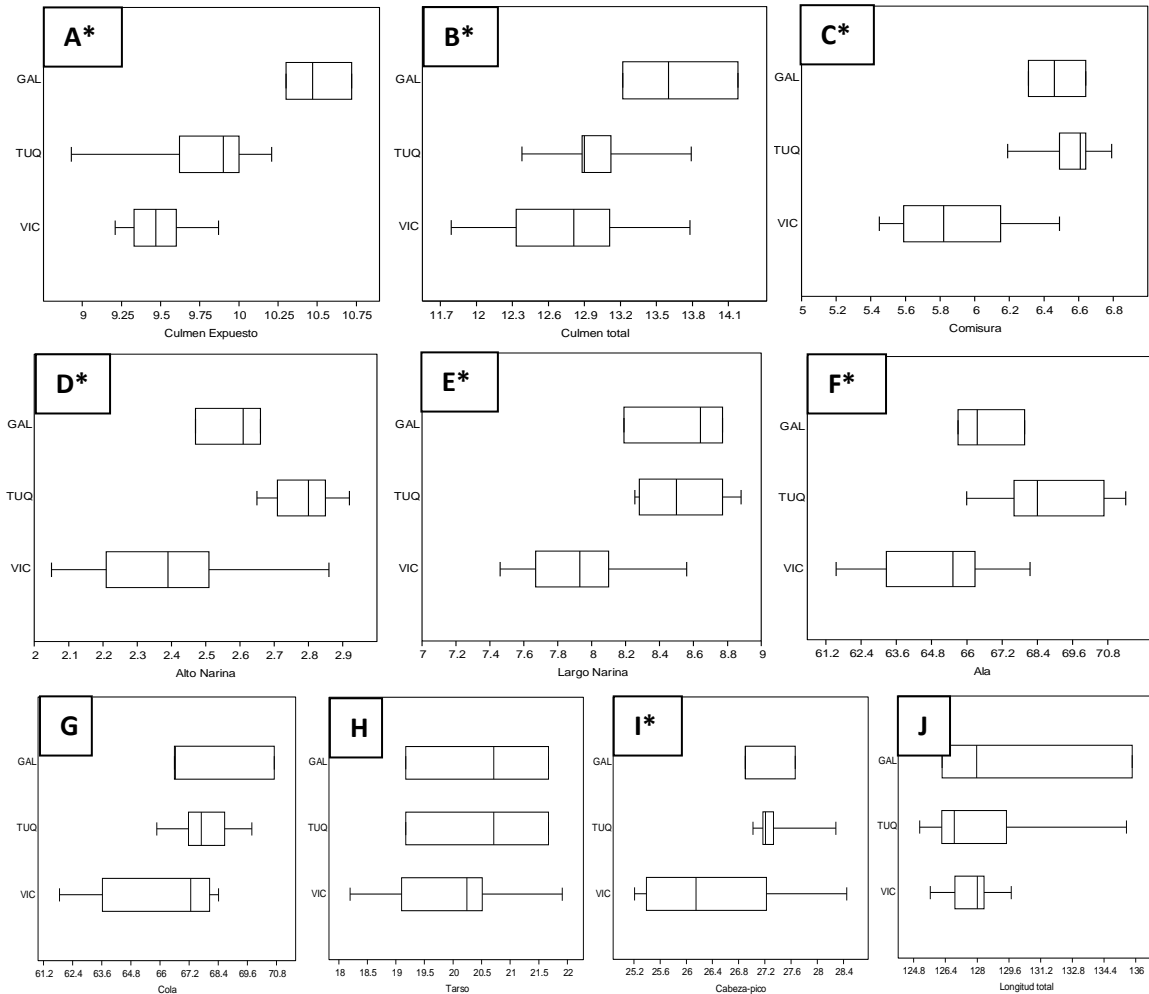
Esta investigación determinó como población típica de *M. melanocephalus ruficoronatus*, la agrupación de dos sub-poblaciones, Galeras (especímenes vertiente occidental) y Túquerres-Cumbal, a razón de las regularidades geográficas en coloración y marcas del plumaje de individuos estudiados en estas localidades. La subpoblación La Victoria presentó solo dos individuos con rasgos típicos de la subespecie *ruficoronatus*, en contraste con los restantes ejemplares con patrones atípicos a nivel fenotípico.

Para ilustrar la inclusión o exclusión de individuos de La Victoria en la población típica de *M. melanocephalus ruficoronatus* se comparó esta subpoblación junto a Galeras y Túquerres-Cumbal, de esta manera se analizó morfométricamente las diferencias en cada una de las 10 variables exploradas (Figura 11). Se encontró 7 caracteres morfológicos con alta variación (culmen expuesto, culmen total, comisura, alto narina, largo narina, ala, cabeza-pico) entre las tres subpoblaciones.

Figura 11.

Box plot de diferencias entre tres subpoblaciones en 10 variables morfométricas (Prueba Kruskal-Wallis). Asterisco muestra diferencias significativas. A. Culmen expuesto ($p=0.009$), B. Culmen total ($p=0.03$), C. Comisura ($p=0.002$), D. Alto narina ($p=0.073$), E. Largo narina ($p=0.003$), F. Ala ($p=0.01$), G. Cola, H. Tarso, I. Cabeza-pico ($p=0.03$), J. Long. Total.

Arriba: Galeras, Medio: Túq-Cumbal, Abajo: La Victoria
(Esta investigación 2012)



Diferencias entre subpoblaciones típicas Galeras y Túquerres-Cumbal de M. melanocephalus ruficoronatus.

Se considera solo dos subpoblaciones (Galeras y Túquerres-Cumbal) dentro de la forma típica de *M. melanocephalus ruficoronatus* (Anexo B), a continuación de describen las diferencias más relevantes:

a. *Culmen expuesto (CE)*

La variable culmen expuesto es la única medida que presentó diferencias entre los dos grupos poblacionales, con variación sustancial ($p=0.036$). La subpoblación de Galeras expone picos más largos ($\bar{x}=10.49\text{mm}$) y es morfométricamente diferente a Túquerres-Cumbal ($\bar{x}=9.73\text{mm}$).

b. *Culmen total (CT)*

Los individuos de Galeras frente a ejemplares de Túquerres-Cumbal no presentaron diferencias ($p=0.136$) en el carácter morfológico culmen total. Se encontró correspondencia con los resultados de culmen expuesto, en donde Galeras presentó el culmen moderadamente más largo (13.22 – 14.18mm) que la subpoblación de Túq-Cumbal (12.38 – 13.79mm).

c. *Comisura (CO)*

Los grupos poblacionales típicos no presentan variación ($p=0.6528$). Los rangos morfométricos entre Galeras (6.31- 6.64mm) y Túq-Cumbal (6.19 – 6.79mm) son muy similares.

d. *Alto narina (AN)*

Los dos grupos poblacionales típicos no tienen diferencias evidentes en relación a esta medida ($p=0.073$). El pico de los individuos de Túq-Cumbal resultó con una ligera diferencia ($\bar{x}=2.78\text{mm}$) en la profundidad del pico, con relación a Galeras ($\bar{x}=2.58\text{mm}$).

e. *Largo narina (LN)*

Los grupos poblacionales típicos de Galeras y Túq-Cumbal no evidencian diferencias ($p=0.88$). De igual manera, las dos subpoblaciones exponen medias iguales ($\bar{x}=8.53\text{mm}$), afianzando la relación poblacional dentro de la forma típica *M. melanocephalus ruficoronatus* y teniendo en cuenta que el largo narina es una medida morfométrica muy usada en estudios taxonómicos, por su mayor precisión.

f. *Longitud del ala (LA)*

El patrón más evidente que surgió en esta relación, es el ala ligeramente más grande en Túquerres-Cumbal (65.99 - 71.41mm) que en Galeras (65.7 - 67.97mm). A pesar del tamaño muestral pequeño en los grupos poblacionales, se puede inferir una modesta clina en el aumento del ala de norte a sur de Nariño. En realidad no hay ninguna diferencia significativa en la distribución geográfica de este patrón ($p=0.23$).

g. *Longitud de la cola (LC)*

La figura 11 estableció las longitudes de cola promediales para tres subpoblaciones y mostró que la relación entre Galeras y Túq-Cumbal no presenta diferencias ($p=1.0$). Los rangos morfométricos son muy similares, para Galeras (66,6 -70,71mm) y Túq-Cumbal (65,87 - 69,79mm), hasta llegar a la paridad en algunos individuos.

h. *Longitud del tarso (LR)*

La longitud del tarso sigue la tendencia comparativa del largo narina y la longitud de la cola, en la cual las medidas no mostraron diferencias morfométricas ($p=0.64$) entre las dos subpoblaciones y sus rangos son muy similares, en Galeras (19,17 -21,67 mm) y para Túq-Cumbal (19,17 - 23,35 mm). Se distingue una sutil variación geográfica hacia las poblaciones ubicadas más al Sur de Nariño con patas más largas.

i. *Cabeza-pico (CP)*

La longitud de la parte posterior de la cabeza hasta el extremo del pico, no muestra variación entre las subpoblaciones de Galeras y Túq-Cumbal ($p= 0.36$). Se encontró una mayor longitud relativa cabeza-pico en los individuos de Túq-Cumbal (27,02 - 28,28mm) en relación a Galeras (26,9 - 27,66mm), constatando análisis previos que mostraban que individuos de Cumbal tienen proporcionalmente la cabeza más grande. Sin embargo, se considera esta variable como la menos precisa en la evaluación morfológica en pieles de estudio, al presentar métodos de preparación que afectan la morfología de esta parte del ave.

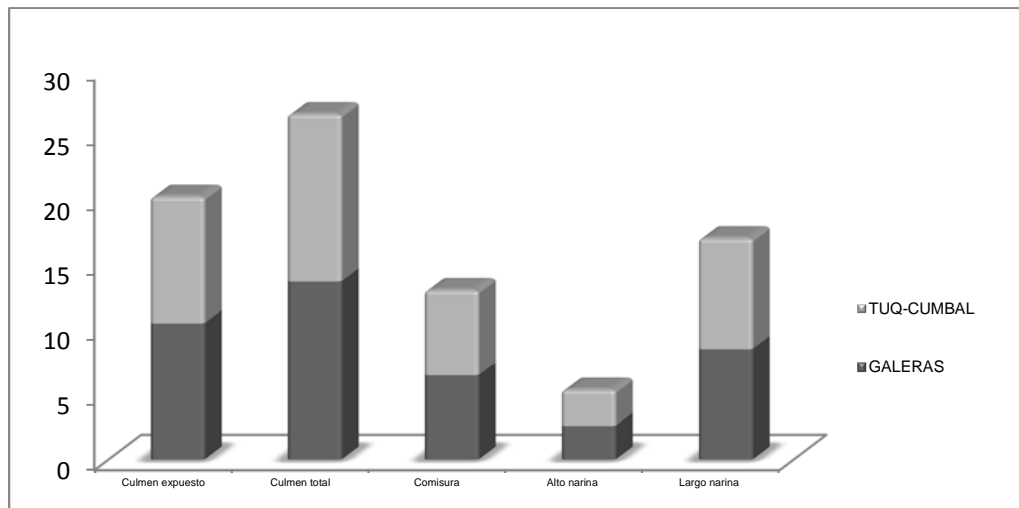
j. *Longitud total (LT)*

La variable longitud total muestra que las subpoblaciones de Galeras y Túq-Cumbal no presentan una variación considerable entre los individuos ($p=0.55$) y establece promedios muy similares ($\bar{x}=128,6\text{mm}$) en Galeras y Túq-Cumbal ($\bar{x}=130\text{mm}$).

En general, los resultados de la evaluación de 10 variables morfológicas muestran un alto grado de variación a nivel geográfico de *M. melanocephalus ruficoronatus*, comparando las subpoblaciones de Galeras, Túquerres-Cumbal y La Victoria. Se constata que 3 medidas (cola, tarso y longitud total) de 10 del total de medidas morfométricas no muestran diferencias entre los tres grupos poblacionales. Sin embargo, la mayoría de variables tuvieron diferencias muy significativas, presentando como subpoblaciones típicas únicamente a los individuos de Galeras y Túquerres-Cumbal.

En el análisis morfométrico de 10 variables entre dos subpoblaciones típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus*, mostró una baja variación geográfica, en un solo carácter de 10 evaluados. El culmen expuesto fue la única medida que expuso diferencias notables entre los individuos. Se encontró que los rangos morfométricos de Galeras fueron moderadamente más grandes en las medidas del pico, en correspondencia con los individuos de Túq-Cumbal (Figura 12)

Figura 12.
Comparación de las medidas del pico en dos subpoblaciones típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus*
(Esta investigación 2012)



8.1.2. Variación intraespecífica en morfología de *M. ornatus chrysops*.

En la evaluación morfológica intraespecífica de las subpoblaciones de *M. ornatus chrysops* se encontró ausencia de diferencias morfométricas en 8 de las 10 medidas estudiadas (culmen expuesto, culmen total, comisura, largo narina, alto narina, ala, cola y cabeza-pico). Se considera que los grupos poblacionales de Tambo, Páez y Farallones se conformaron con individuos típicos de la subespecie *chrysops* por la correspondencia en los datos. A nivel fenotípico las tres subpoblaciones tienen un patrón regular en la coloración, principalmente en la parte de la cabeza.

Las tres subpoblaciones se caracterizaron por distribuirse en Cauca (Tambo y Páez) y Valle del Cauca (Sur del PNN Farallones). No se encontró registros en las localidades nariñenses de formas típicas de esta subespecie. La tendencia geográfica intraespecífica mostró que hay mayor relación entre los grupos poblacionales de Tambo y Farallones frente a los individuos de Páez, como lo muestra el Anexo C (prueba *a posteriori* test de Bonferroni). A continuación se describen las diferencias más relevantes:

a. *Culmen expuesto (CE)*

La prueba KRUSKAL-WALLIS mostró patrones similares en la variable culmen expuesto entre las tres subpoblaciones ($p=0.56$), sin diferencias significativas. La tendencia geográfica ilustró la relativa variación de los individuos de Páez en este carácter morfológico, con CE más largo ($\bar{x}=10.12\text{mm}$) en relación a Tambo ($\bar{x}=9.71\text{mm}$) y más separado de Farallones ($\bar{x}=9.05$). Se puede inferir que longitudinalmente de occidente a oriente el pico aumenta discretamente su largo.

b. *Culmen total (CT)*

No hay diferencias evidentes del culmen total entre los tres grupos poblacionales de Tambo, Farallones y Páez ($p=0.49$). Se encontró rangos morfométricos con diferencias importantes, Tambo (9,22 -12,28mm) y Farallones (9,44 -12,77mm) tuvieron rango inferior más bajo que Páez (11,56 - 12,77mm), en correspondencia con los resultados encontrados en la variable de culmen expuesto.

c. *Comisura (CO)*

Las medias en la variable comisura mostraron picos ligeramente más anchos en la subpoblación de Tambo ($\bar{x}=5.86\text{mm}$) frente a ejemplares de Páez ($\bar{x}=5.70\text{mm}$) y Farallones ($\bar{x}=5.55\text{mm}$). No se encontró variación demostrativa entre las tres subpoblaciones ($p=0.18$).

d. *Alto narina (AN)*

Como una característica de las tres subpoblaciones de *M. ornatus chrysops*, parece ser un patrón homogéneo la baja variación de las caracteres morfométricos, en el caso del alto narina se encontró se reafirma esta posición ($p=0.61$). Los rangos en esta medida son muy cercanos entre los miembros de Tambo (1,69 - 2,64mm), Farallones (1,53 - 2,36mm) y Páez (1,97 - 2,37mm).

e. *Largo narina (LN)*

En el área de distribución de *M. ornatus chrysops* en Cauca y Valle no se encontraron entre subpoblaciones variación evidente a nivel del pico, con la medida del largo narina ($p=0.13$). Los promedios de Tambo ($\bar{x}=7.75\text{mm}$), Farallones (7.94mm) y Páez (7.93mm) se encontraron cercanos. La tendencia geográfica que se diagnostico entre las distintas subpoblaciones es la presencia de individuos con picos más cortos hacia la parte sur de la distribución de la subespecie.

f. *Longitud del ala (LA)*

No se presentaron diferencias significativas entre los distintos grupos poblacionales de *M. ornatus chrysops*, en relación a la longitud del ala ($p=0.14$). Los rangos morfométricos de las agrupaciones son muy similares, en Tambo (60,63 - 63,62mm), Farallones (60,43 - 65,82mm) y Páez (61,64 - 64,2mm). La longitud del ala fue una de las medidas del tamaño del ave que no presentó variación frente a la variable longitud total que presentó diferencias entre las subpoblaciones.

g. *Longitud de la cola (LC)*

A pesar de no encontrarse una notable variación de longitud de la cola entre individuos de las tres subpoblaciones estudiadas de la forma nominal de *chrysops* ($p=0.39$), se presentó la tendencia geográfica de encontrar una subpoblación con colas más grandes, como lo fue Tambo (58,52 - 65,63mm), en comparación con Farallones (58,62 - 66,39mm) y Páez (59,46 - 63,31mm).

h. *Longitud del tarso (LR)*

La variable longitud tarsal es una de las dos medidas que presentaron diferencias muy significativas entre las tres subpoblaciones de *M. ornatus chrysops* ($p=0.01$). Se encontró una notable diferenciación entre los grupos poblacionales analizados a nivel de los rangos morfométricos, evidenciando que individuos con patas más largas integran el grupo de Páez (19,87 - 22,26mm) en relación a Farallones (19,41 - 23,14mm).

i. *Cabeza-pico (CP)*

Las diferencias entre las tres formas de *M. ornatus chrysops* no fueron significativas a nivel de la variable cabeza-pico ($p=0.62$). Los rangos morfométricos son muy similares entre las tres formas, Tambo (24,48 - 26,17mm), Farallones (24,04 - 26,22mm) y Páez (25,14 - 26,04mm). Se considera esta variable como la menos precisa en la evaluación morfológica.

j. *Longitud total (LT)*

Tomando la variable de longitud total se logró una separación entre las tres subpoblaciones estudiadas ($p=0.008$), esta diferencia en proporciones fue más diciente que la diferencia entre tamaños de Tambo (117,34 - 123,8mm) Farallones (121,86-126,86mm) y Páez (123,09-125,86mm). Por los métodos de preparación de las pieles ornitológicas, esta medida presenta una baja precisión en el análisis.

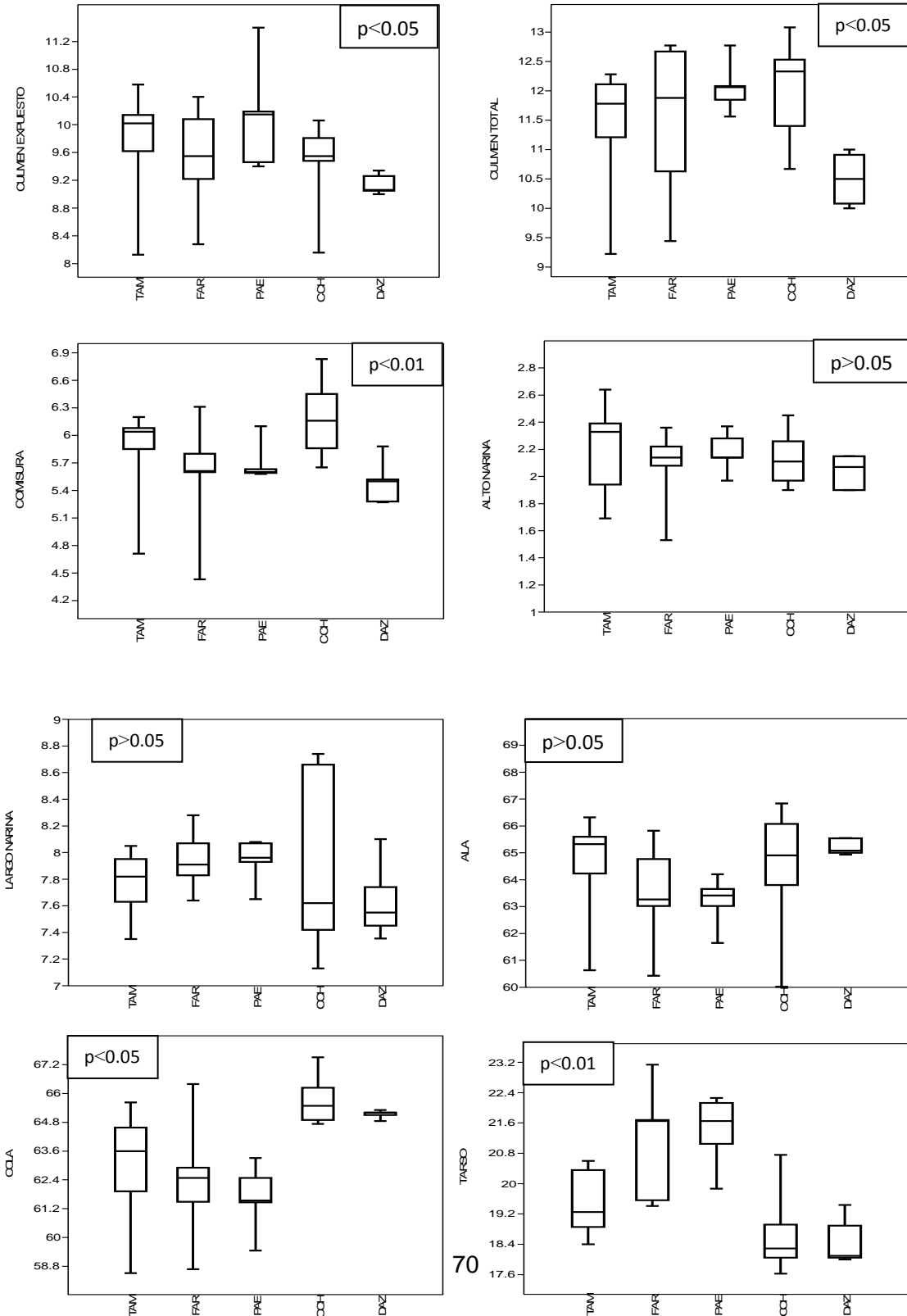
Para tres de las subpoblaciones de *M. ornatus chrysops*, analizadas en este estudio como Tambo (TAM), Farallones (FAR), Páez (PAE), se reconoció una baja variación geográfica a nivel morfológico, donde solo dos de las variables presentaron diferencias intrapoblacionales, en contraposición con los ocho restantes caracteres que detallan cercanía entre los tres grupos poblacionales.

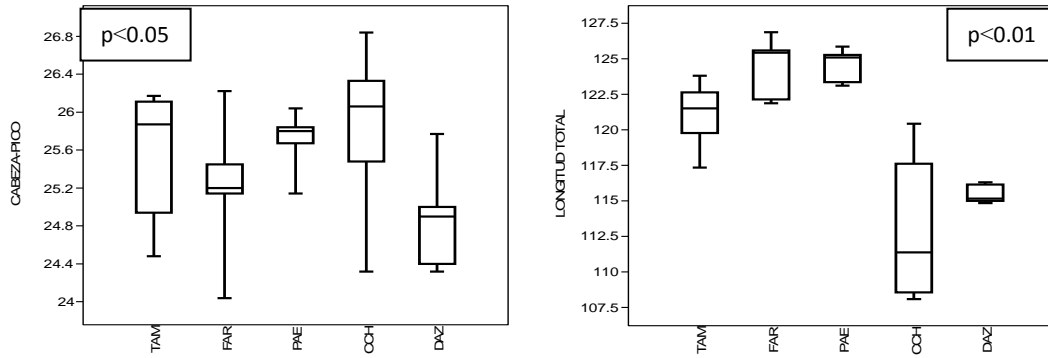
Sin embargo, el planteamiento de la investigación sugería la comparación morfométrica entre las subpoblaciones típicas de *M. ornatus chrysops* y las subpoblaciones nariñenses de La Cocha (CCH) y Daza (DAZ), para analizar la aparente diferencia en sus caracteres y confirmar la exclusión de estos dos atípicos en el agrupamiento *ornatus chrysops*.

Se encontró que de diez variables evaluadas entre las cinco subpoblaciones, siete caracteres presentaron diferencias consistentes (culmen expuesto, culmen total, comisura, cola, tarso, cabeza-pico y longitud total), ratificando a nivel morfométrico que las subpoblaciones de Nariño (La Cocha y Daza) no se relacionan con las formas típicas de la subespecie *M. ornatus chrysops*. La figura 13 muestra detalladamente el paralelo morfológico entre los grupos poblacionales; los individuos de La Cocha y Daza se agrupan en la mayoría de variables estudiadas.

Figura 13

Box plot de diferencias entre cinco subpoblaciones en 10 variables morfológica, TAM (Tambo), FAR (Farallones), PAE (Paéz) (formas típicas *M. ornatus chrysops*), CCH (Cocha) y DAZ (Daza) (atípicos). Con prueba Kruskal-Wallis (Esta investigación 2011)





8.1.3. Coloración y marcas del plumaje de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*.

Se estudiaron cinco caracteres del diseño y color del plumaje que varían en los individuos y especímenes adultos de las dos subespecies investigadas (Tabla No. 8), para *M. melanocephalus ruficoronatus* se tomaron las subpoblaciones típicas de Galeras y Túq-Cumbal. En *M. ornatus chrysops* se realizó el tratamiento de distribución geográfica con los grupos poblacionales típicos de Tambo, Farallones y Páez. Los individuos de La Cocha, Daza y La Victoria se consideraron como formas atípicas *melanocephalus x ornatus*.

a. Banda en la coronilla

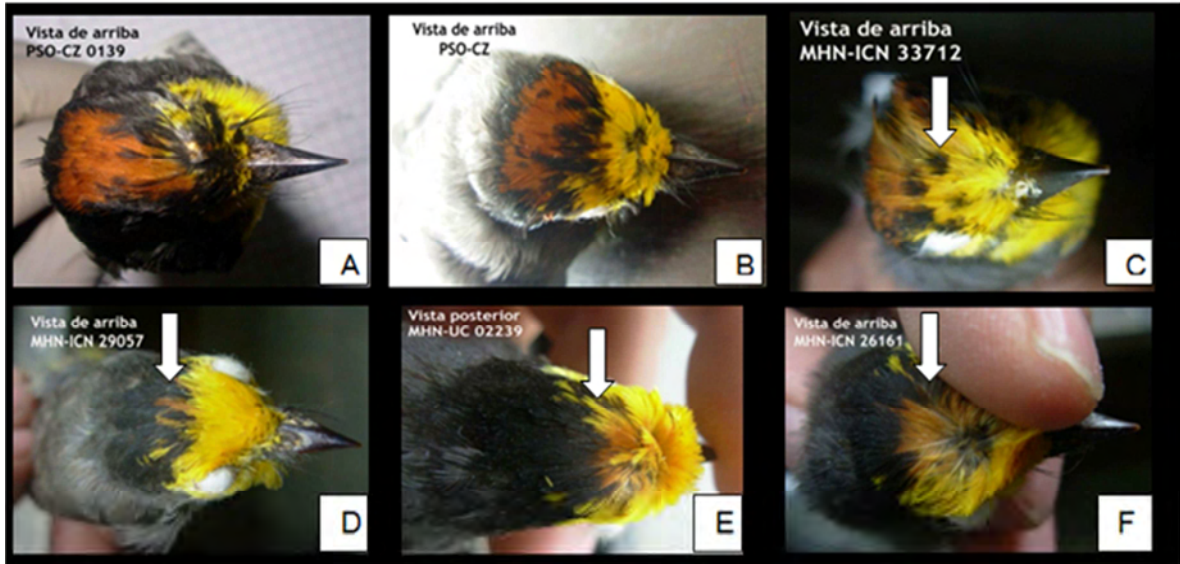
Se encontró básicamente dos tipos de patrón en la coronilla de los individuos de *M. melanocephalus ruficoronatus*, coloración rufa muy definida y rufa con marcas negras en la parte anterior. La caracterización del color de la coronilla, fue 240 Rufo 6.0 YR 5.0/11.0, y presentó variación de la forma coronal.

Algunos individuos extienden la coronilla desde el área de la frente con coloración negra hasta el occipucio del mismo color, con orientación cabeza-pico de forma alargada (Figura 14 en A). Sin embargo, también se encontraron ejemplares con coloración amarilla en la frente, sucedida por una pequeña banda negra que antecede la corona rufa reducida y alargada perpendicularmente con orientación cabeza-pico (Figura 14 en B).

Figura 14.

Fotografías estados discretos en coloración de coronilla.

Arriba: *M. melanocephalus ruficoronatus*. A y B: Estado 1, mayor parte de coronilla rufa; C: Estado 2, se reducen las marcas negras en coronilla
Abajo: *M. ornatus chrysops*. D: Estado 3, pequeña porción rufa; E: La vista posterior facilita la observación de la sección rufa; F: levantando las plumas de la coronilla es más evidente el rufo.
(Esta investigación 2012)



El segundo estado discreto en este carácter se presentó en individuos de Túquerres-Cumbal (principalmente en Azufral) y en Galeras, en donde la zona coronal mostró rufo con la parte anterior amarilla y dispersas marcas negras en medio (Figura 14 en C). El efecto general es muy variable, dependiendo de la extensión del rufo, amarillo y negro en la banda de la coronilla, teniendo en cuenta que son subpoblaciones muy cercanas y encontrando una alta variación intraespecífica a nivel de la coloración y las marcas de la coronilla.

Con respecto a los individuos de *M. ornatus chrysops*, se encontró la presencia del tercer estado discreto, coronilla esencialmente amarilla (área principal tomada como banda) con una porción de coloración rufa en la base de las plumas de su parte posterior (Figura 14 en D y E), este patrón de coloración de *ornatus chrysops* no descrito en la literatura ornitológica y hallado en todos los especímenes de la zona, se puede evidenciar claramente manipulando las plumas en el área central de la coronilla (Figura 14 en F). Sin contraste fenotípico consistente entre las subpoblaciones, se considera una ausente variación intraespecífica en la coloración y las marcas del plumaje.

b. Listas en parte posterior coronilla

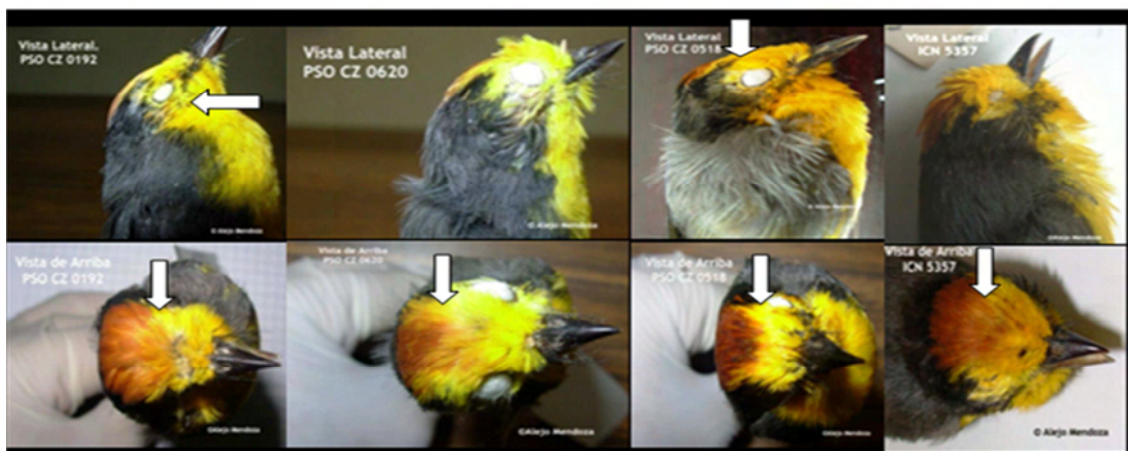
El estado discreto de la coronilla rufa con listas (marcas) negras en parte posterior se halló por observaciones de campo y especímenes de colecciones, en las subpoblaciones del sur de Nariño, concretamente en Galeras y Túquerres-Cumbal, pertenecientes a *M. melanocephalus ruficoronatus*, a excepción de Cumbal y algunos individuos de Galeras que presentaron el estado de la coronilla completamente rufa sin listas evidentes. Se considera que no hay un típico morfológico a nivel de las listas de la coronilla, encontrando una alta variación intraespecífica en este carácter.

Al igual que en el carácter de coloración de la banda de la coronilla, en las subpoblaciones de *M. ornatus chrysops*, no se presentaron diferencias en el tercer estado de este carácter, donde la coronilla amarilla no mostró listas o marcas negras posteriores en ningún individuo. En consideración, no se encontró variación intraespecífica de coloración en relación a las listas de la coronilla a lo largo de los grupos poblacionales distribuidos en Cauca y sur de la región del Valle.

Los ejemplares de las subpoblaciones de La Cocha, Daza y La Victoria se ubican más cercanos fenotípicamente a las subpoblaciones de *M. melanocephalus ruficoronatus*, teniendo en cuenta los caracteres de coloración en la banda de la coronilla y listas en parte posterior. La Cocha y Daza, formas atípicas *melanocephalus x ornatus*, mostraron regularidad entre los individuos analizados, coronillas completamente rufas, sin listas negras en la sección posterior y anterior de la misma (Figura 15)

Figura 15.

Fotografías estados discretos en coloración de subpoblaciones *melanocephalus x ornatus*, La Cocha y Daza. Arriba: Vista lateral. Se diferencian del típico *melanocephalus* por área ocular y coronilla anterior de color amarillo. Abajo: Vista de arriba. El rufo es muy marcado y se une directamente al amarillo y no está rodeado por negro a diferencia de los típicos *melanocephalus* y *ornatus* (Esta investigación 2012)



Sin embargo la nominación de La Victoria, subpoblación distribuida en la zona andino-amazónica de Nariño, que fue analizada independientemente, mostró una evidente variación individual en los patrones de la coronilla. Se presentó variación en el plumaje entre individuos a nivel de la banda de la coronilla y las listas en la parte posterior en la misma subpoblación.

La Victoria a diferencia de otros agrupamientos, se trató con especímenes de una sola localidad reportada en las etiquetas de las pieles estudiadas en los museos, afianzando el postulado de la variación individual en estos dos caracteres, como lo muestra la figura 16.

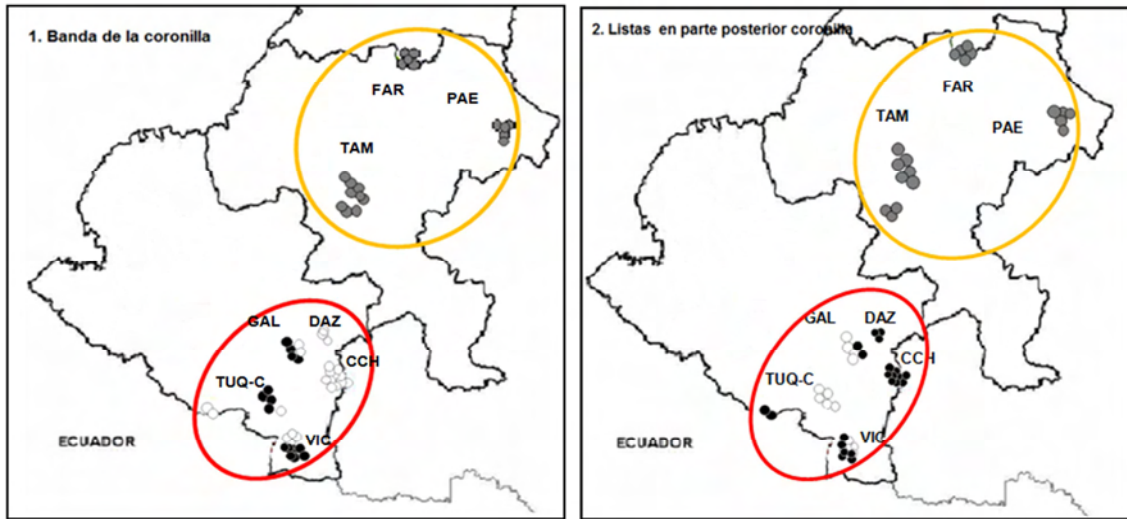
Figura 16.
Variación individual del patrón de coloración en coronilla de individuos-hembras adultas-subpoblación La Victoria (MHN-UC)
(Esta investigación 2012)



El efecto general, en la variación de color de los caracteres de la coronilla en las dos subespecies presentó un aumento considerable en la extensión de la banda rufa en las subpoblaciones típicas como formas atípicas de la región de Nariño, a diferencia de los grupos de Cauca y Valle con una sutil porción rufa en la coronilla y regular coloración en sus individuos (Figura 17-A). A lo largo de Nariño, sin tener ningún efecto la distribución en determinada zona biogeográfica, se presentan dos estados discretos en cada uno de los dos caracteres evaluados.

Figura 17-A

Mapas de distribución estados del plumaje de dos caracteres. Izq. Banda de la coronilla. Der. Listas en coronilla. Cada círculo representa un individuo. El color blanco, negro y gris representan los estados 1, 2 y 3 respectivamente. La línea roja indica el agrupamiento del típico *melanocephalus* con *melanocephalus x ornatus* y la línea amarilla el agrupamiento *ornatus chrysops*, en función de los estados discretos (Esta investigación 2012)



c. Color de la frente

El color de la frente fue uno de los caracteres de coloración que tuvo una variación entre las subpoblaciones de *Myioborus* estudiadas. El fenotipo regular de la subespecie *M. melanocephalus ruficoronatus* se presenta con la frente de color negro, al igual que el área loreal y la mayor parte de la cabeza, a manera de una máscara o “antifaz” incompleta, siendo que muestra una pequeña área nasal amarilla. Tanto los individuos adultos de la subpoblación de Galeras, como de Túquerres-Cumbal se encontró un solo estado discreto de este carácter, la coloración negra típica (Figura 18 en A).

Sin embargo, la extensión del negro en la frente puede disminuir en algunos individuos de estos dos grupos, al presentarse formas con pequeñas listas negras o mezcladas con el amarillo del área nasal (Figura 18 en B). De esta manera, se adicionó al tratamiento la comparación entre hembras y machos, sin encontrar evidencias de dimorfismo en la coloración de este carácter, lo que indicaría que sucede variación intraespecífica en la coloración de la frente en esta subespecie.

En cuanto a las subpoblaciones evaluadas de *M. ornatus chrysops* no hay diferenciación en el patrón de coloración de la frente, todos los individuos presentaron amarillo (Figura 18 en C), siendo la regularidad fenotípica de la subespecie a nivel de la frente esta misma condición, al igual que la parte

anterior de la cabeza. Se considera que no hay variación intraespecífica en la coloración de este carácter.

Figura 18.

Fotografías estados discretos de color de frente. Izq. *M. melanocephalus ruficoronatus*, color negro. Centro: *melanocephalus x ornatus*. Der: *M. ornatus chrysops*, color amarillo.

(Esta investigación 2012)



En las subpoblaciones de La Victoria, La Cocha y Daza se distinguió el segundo estado discreto del carácter de color de la frente. En ciertos individuos se encontraron formas con frente amarilla y en otras una coloración amarilla “encendida” hasta anaranjada (Orange-Yellow 10.0 YR, 8.0 / 14.0). En particular, en La Cocha y Daza se presentaron ejemplares adultos con este patrón. Mientras en la Victoria, la mayoría de individuos mostraron el tercer estado discreto del carácter analizado. En general, la coloración amarilla y amarillo-anaranjada se extiende por todo el suroccidente colombiano, a excepción del color negro que solo se evidencia en las pequeñas poblaciones del sur de Nariño (Figura 17-B).

d. *Lista auricular*

La diferenciación subpoblacional a nivel de la lista auricular en las formas típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus* no se presentó, al ser un patrón de coloración típico de *M. ornatus chrysops*. A partir del ejercicio investigativo en todos los individuos *melanocephalus ruficoronatus* se confirmó que este carácter no se manifiesta en esta subespecie.

La subespecie nominal *M. ornatus chrysops* presentó dos de los estados discretos en el carácter de lista auricular, con coloración blanca completamente y blanca con tintes amarillos, mayoritariamente se encontró el primer estado. Se considera una moderada variación intraespecífica en la coloración de la lista auricular en el agrupamiento *ornatus chrysops*.

Sin embargo, en la comparación con las formas atípicas *melanocephalus x ornatus*, principalmente distribuidas en La Cocha se encontró individuos que muestran la lista auricular menos “visible” que los ejemplares típicos de la subespecie. La figura 19 expone este carácter particular de la cabeza en individuos vivos de Cauca y Nariño. Las pieles de colecciones ornitológicas no indican claramente este patrón, a raíz de la manipulación de los especímenes en esta sección del ave.

El hallazgo de individuos con lista auricular típica de *M. ornatus chrysops* y coronilla rufa típico de *M. melanocephalus ruficoronatus* se presentó en menor proporción intrapoblacional, razonándose como un resultado relevante dentro de la investigación.

Figura 19.

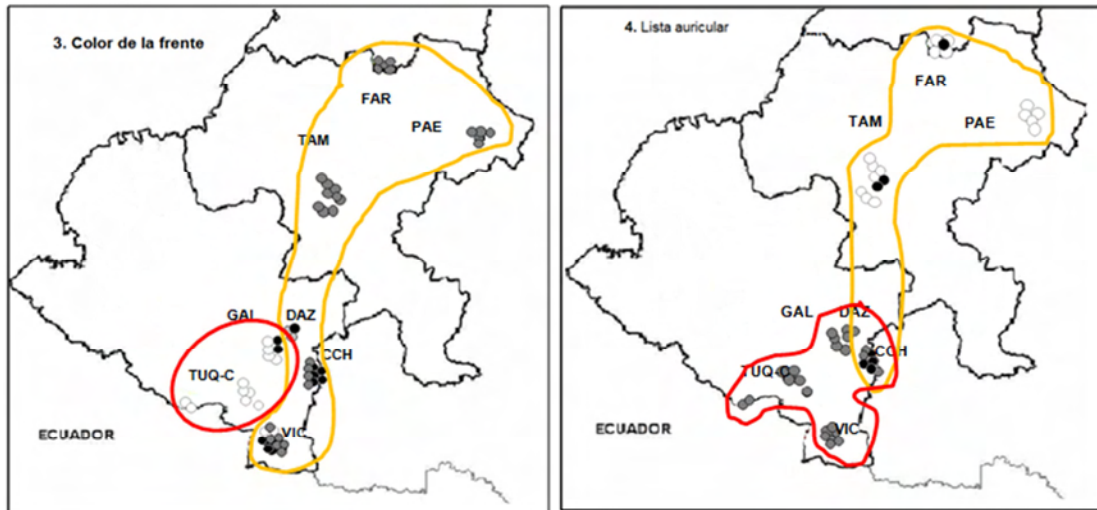
Fotografías lista auricular, izq. típico *ornatus chrysops* Munchique-Cauca (Quevedo-Gil 2008) Der. Atípico *melanocephalus x ornatus* La Cocha-Nariño (Esta investigación 2012)



La distribución de los estados discretos en los caracteres de color de la frente y lista auricular se encontró relacionada entre las subpoblaciones típicas de *M. ornatus chrysops* y los grupos de *melanocephalus x ornatus*, con una consistente separación con las subpoblaciones de *M. melanocephalus ruficoronatus*, que conforman un solo agrupamiento a lo largo del suroccidente colombiano (Figura 17 - B)

Figura 17-B

Mapas de distribución estados del plumaje de dos caracteres (color de frente y lista auricular). Cada círculo representa un individuo. El color blanco, negro y gris representan los estados 1, 2 y 3 respectivamente. La línea roja en izquierda muestra los típicos separados de los otros dos grupos por línea amarilla. En la derecha, la línea roja agrupa los típicos *melanocephalus* con *melanocephalus x ornatus* y la línea amarilla agrupa típicos *ornatus* con individuos atípicos. (Esta investigación 2012)

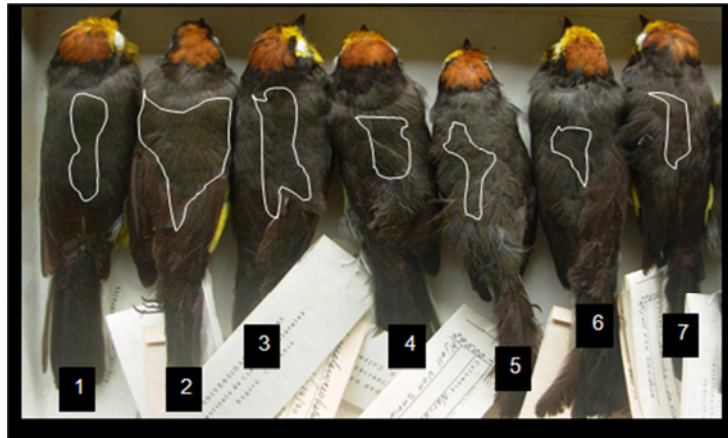


e. Dorso “principal”

Este carácter dorso principal, se explora a partir de la coloración principal del dorso, que es gris en su totalidad y difiere en la cantidad de marcas o manchas oliváceas en algunos de las muestras estudiadas. Se presentó en tres estados discretos, dorso con abundantes manchas oliva, encontrado en los individuos típicos de *M. melanocephalus ruficoronatus*, todos los ejemplares exponían extensión considerable en el patrón oliváceo de su dorso. Mientras que en las subpoblaciones de *M. ornatus chrysops* la distribución geográfica de este patrón fue más diversa, distinguiéndose dos estados discretos, dorso con pocas manchas y dorso sin marcas de color oliva.

Figura 20.

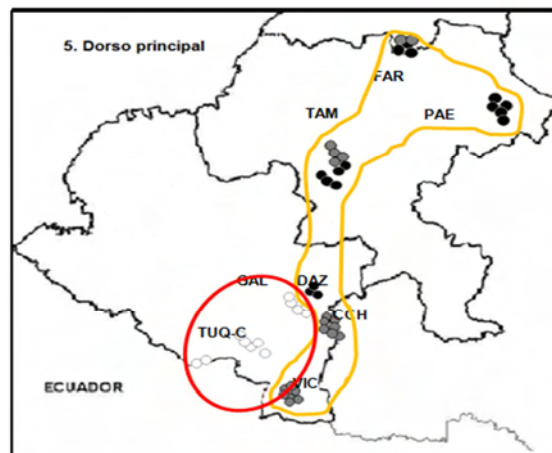
Fotografía dorso “principal” de especímenes de *M. melanocephalus ruficoronatus* típico (No. 2 y 3) nótese más grande el área de las marcas oliva. Individuos atípicos *melanocephalus x ornatus* (No. 1, 4, 5, 6 y 7) (Esta investigación 2012)



En los agrupamientos tratados como *melanocephalus x ornatus* este patrón varía irregularmente, en la Cocha y La Victoria, este carácter es indistinguible a diferencia de Daza, en donde se encuentran individuos con tintes oliváceos dispersos en el pecho. La figura 20 muestra especímenes típicos de *M. melanocephalus ruficoronatus* y formas atípicas. En machos adultos se observó una ligera variación en el aumento de manchas oliva, en relación a las hembras. La distribución espacial del carácter, expone la separación de *M. melanocephalus ruficoronatus*, en contraposición con los otros dos grupos generales (Figura 17-C)

Figura 17-C

Mapa de distribución estados del plumaje del dorso “principal”. Cada círculo representa un individuo. El color blanco, negro y gris representan los estados 1, 2, 3 respectivamente. La línea roja indica el agrupamiento de los ejemplares típicos de *melanocephalus ruficoronatus* y la línea amarilla la relación de *melanocephalus x ornatus* con típicos *ornatus chrysops*, en función del color oliva en el dorso (Esta investigación 2012)



8.2. CAPITULO II. VARIACIÓN INTERESPECIFICA EN LA MORFOLOGIA, COLORACIÓN Y MARCAS DEL PLUMAJE.

En este capítulo se presentan los resultados encontrados en la variación morfométrica y de plumaje de las subespecies estudiadas a partir de la variación interespecífica, considerando las agrupaciones de las subpoblaciones como la muestra de los taxa para esta investigación e infiriendo la posible introgresión y establecimiento de la zona de contacto entre los grupos.

8.2.1 Variación Inter-especifica en la morfología de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*.

Se estudiaron morfométricamente un total de 56 individuos, ambos sexos tuvieron un tratamiento en conjunto, excluyendo los capturados no colectados y los juveniles. Estos ejemplares representan ocho subpoblaciones distribuidas en el suroccidente colombiano, en Nariño: La Cocha, Daza, Galeras, Túquerres-Cumbal, Victoria; Cauca: Tambo y Páez; Valle: Farallones.

Se encontró alta correlación (70%) entre las variables morfológicas estudiadas que se relacionaron con al menos otra de las variables (Tabla No. 10). La correlación encontrada entre las variables cola-tarso muestra una baja independencia, sin embargo la mayoría de variables no puede tomarse como evidencia independiente de un patrón, en referencia a analizar cada una por separado.

Los datos de correlación entre las variables morfológicas que se registraron en algunas comparaciones (v.g. Culmen total y Cabeza-pico, Comisura y Cabeza pico), tuvieron valores altos. Esto puede suponer que algunas medidas son redundantes entre sí, posibilitando de esta manera la elección de un menor número de variables para futuros estudios. En esta investigación, la correlación entre variables no es tenida en cuenta para las conclusiones, sin embargo se presenta para mostrar el grado de relación entre las mismas.

Tabla No. 10
Correlaciones entre diez variables morfométricas para los ejemplares estudiados
(Esta investigación 2012)

Variable	Cabeza -Pico	Culmen EX	Culmen TO	Comisura	Alto Narina	Largo Narina	Ala	Cola	Tarso
Culmen EX	0.114								
Culmen TO	0.613	0.434							
Comisura	0.565	0.212	0.544						

Alto Narina	0.591	0.378	0.630	0.485					
Largo Narina	0.373	0.098	0.445	0.463	0.309				
Ala	0.517	0.246	0.398	0.637	0.543	0.406			
Cola	0.558	0.172	0.528	0.640	0.598	0.397	0.781		
Tarso	0.242	0.310	0.391	0.099	0.265	0.256	0.161	-0.014	
Long Total	0.358	0.318	0.519	0.013	0.555	0.326	0.255	0.195	0.589

Los resultados del análisis multivariado mostraron que los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) o factores explicaron el **63.31%** de la variación morfométrica interespecífica de los datos obtenidos en esta investigación (Tabla No. 11). Los demás componentes (CP3, CP4...) explican porcentajes bajos y no son considerados en el análisis de la variación morfológica entre las entidades de *M. melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y el grupo *melanocephalus x ornatus*.

El análisis de componentes principales nos presentó que los coeficientes del primer componente (CP1) mostraron las variables que tuvieron mayor peso en la explicación del fenómeno, son las relacionadas con las medidas del pico. Estos coeficientes exponen claramente la separación de las subpoblaciones de Galeras y Túquerres-Cumbal (típicos *M. melanocephalus ruficoronatus*) que muestran picos más grandes y largos, en relación a las subpoblaciones de Tambo, Farallones y Páez (típicos *M. ornatus chrysops*), de picos más pequeños y cortos.

Tabla No. 11
Valores propios para los primeros cinco componentes principales y su porcentaje de variación explicada
(Esta investigación 2012)

CP	Valor propio	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de varianza explicada acumulada
1 (CT, AN,CP)	4.663	46.63	46.63
2 (LR, LT,LC)	1.667	16.67	63.31
3	0.908	9.08	72.40
4	0.734	7.34	79.75
5	0.592	5.92	85.67

Las subpoblaciones de La Cocha, Victoria y Daza distinguidas en esta investigación como *melanocephalus x ornatus* se ordenan en valores intermedios del análisis multivariado (Tabla No. 12).

El segundo componente del análisis (CP2) explica el 16.67% de la variación y se correlaciona positivamente con la longitud de la cola y negativamente con la variable del tarso y la longitud total. La combinación entre los dos primeros componentes principales admite explicar la relación entre las variables morfométricas en el tamaño de los individuos de las ocho subpoblaciones estudiadas.

Los factores de primer y segundo grado mostraron la asociación de las variables que tienen mayor relación entre sí, separadas en dos grupos, variables de la morfología del pico (culmen y narinas) y medidas del tamaño del cuerpo (cola y longitud total).

Tabla No. 12
Peso de los dos primeros factores extraídos para las variables morfométricas
(Esta investigación 2012)

Variable	CP1	CP2
Cabeza-pico	0.7629	0.1281
Culmen EX	0.4356	-0.3957
Culmen TO	0.8188	-0.1857
Comisura	0.7287	0.4457
Alto Narina	0.8117	-0.0833
Largo Narina	0.5980	0.0462
Ala	0.7622	0.3396
Cola	0.7711	0.4563
Tarso	0.4175	-0.7035
Long Total	0.5692	-0.6590
Valor propio	4.663	1.667
Valor propio %	46.63	16.67

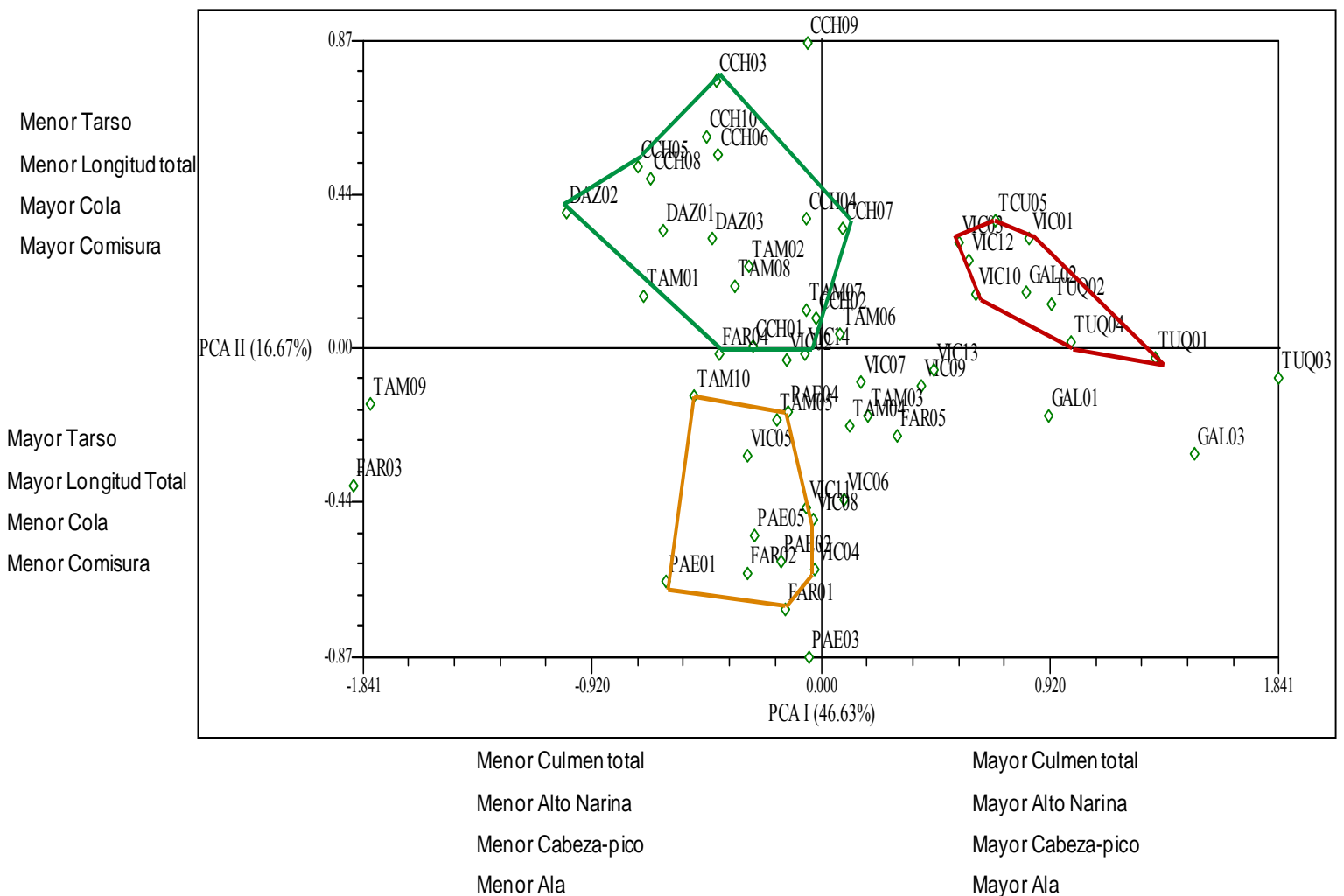
Los ejemplares de La Victoria tratada como *melanocephalus x ornatus* presentaron una posición central en relación a las medidas del pico y el tamaño corporal, en comparación con las subpoblaciones de las subespecies típicas en el extremo de la variación.

Se constata con la segregación subpoblacional que La Victoria está ligeramente cercana a los grupos de La Cocha y Daza. La comparación entre factores permite inferir patrones entre las variables morfológicas. La tendencia que se describe es individuos con picos largos y grandes (valores altos en cabeza-pico, culmen, comisura, alto narina) presentan patas pequeñas (tarso).

Las agrupaciones conformadas en sentido horizontal, permiten asociar de una forma general la ordenación de las especies y las entidades de *melanocephalus x ornatus*. Con la orientación grafica horizontal se constata que individuos típicos de *M. melanocephalus ruficoronatus* son más grandes en las medidas del pico y longitud del ala. Se presenta una separación evidente hacia las subpoblaciones que corresponden a la forma típica de *M. ornatus chrysops* en relación a *M. melanocephalus ruficoronatus* y *melanocephalus x ornatus*, en las medidas del tarso ((Figura 21).

Figura 21.

Posición de 56 ejemplares de ocho subpoblaciones (CCH= Cocha, DAZ=Daza, VIC=Victoria, TAM=Tambo, PAE=Páez, FAR=Farallones, GAL=Galeras, TUQ=Túquerres) en el espacio definido por los dos primeros componentes de un Análisis de Componentes Principales PCA. Línea verde: agrupamiento individuos en su mayoría atípicos *melanocephalus x ornatus* con típicos *M. ornatus chrysops*, línea roja: agrupamiento típico *M. melanocephalus ruficoronatus* con atípicos, línea amarilla: en su mayoría típicos *M. ornatus chrysops* y un atípico. (Esta investigación 2012)



El análisis de componentes sugiere el reconocimiento de las subpoblaciones de Galeras y Túquerres-Cumbal (*M. melanocephalus ruficoronatus*) separadas substancialmente de los grupos poblacionales de Tambo, Páez y Farallones (*M. ornatus chrysops*), solo dos individuos mostraron variación extrema localizándose en puntos extremos del CP1. Las subpoblaciones del Cauca y Valle fueron ligeramente más grandes que los individuos de La Cocha y Daza en Nariño. A nivel morfométrico La Victoria es grupo con la ubicación más central del análisis.

Método UPGMA

El análisis UPGMA permitió establecer un dendrograma, en donde cada línea determina un individuo evaluado morfométricamente y que se agrupo con otros miembros a partir de la escala de disimilaridad. El grafico muestra la mayor distancia euclidiana en tres agrupamientos:

Grupo 1: *melanocephalus x ornatus* y *ornatus chrysops*.

Grupo 2: *melanocephalus x ornatus* y *ornatus chrysops*.

Grupo 3: *melanocephalus x ornatus* y *melanocephalus ruficoronatus*

El análisis de componentes principales posibilitó la confección del UPGMA para considerar la distribución de las agrupaciones e individuos extremos como el caso de FAR03 (Farallones) y TAM09 (Tambo) muy distantes de las similaridades del grupo núcleo de *M. ornatus chrysops* y desestimado en el agrupamiento 3 (Figura 22). De acuerdo al dendrograma los individuos de Galeras y Túquerres-Cumbal conforman el grupo *melanocephalus ruficoronatus*, confirmando los resultados de análisis previos descritos anteriormente. El grupo principal *melanocephalus ruficoronatus* se separa de las dos líneas horizontales finales que corresponden a individuos extremos de *ornatus chrysops* ya descritos.

A partir de este análisis podemos inferir que la subpoblación de La Victoria presentó relación estrecha con las dos subespecies estudiadas y una ligera tendencia a mostrarse mucho más cercana a *ornatus chrysops* que a *melanocephalus ruficoronatus*, por la cantidad de pequeños grupos que forma con el primero. De igual manera, con La Victoria se evidencia agrupaciones con individuos de La Cocha y Daza.

La Cocha y Daza se establecieron como subpoblaciones muy cercanas en los agrupamientos que presenta el dendrograma, separadas visiblemente de *melanocephalus ruficoronatus* y con efecto general a relacionarse considerablemente con las subpoblaciones de *ornatus chrysops*. Sin embargo y a pesar de la afinidad con La Victoria, estas subpoblaciones tienden a dispersarse y formar grupos por separado. La Tabla No. 13 muestra las diferencias entre cuatro grupos claramente establecidos: *M. melanocephalus ruficoronatus* (M), *M. ornatus chrysops* (O), *melanocephalus x ornatus* 1 (X) y *melanocephalus x ornatus* 2 (V) correspondiente a La Victoria.

Figura 22.

Dendrograma de variables morfométricas de 56 ejemplares de ocho subpoblaciones (CCH= Cocha, DAZ=Daza, VIC=Victoria, TAM=Tambo, PAE=Páez, FAR=Farallones, GAL=Galeras, TUQ=Túquerres). Los círculos rojos indican los tres agrupamientos establecidos.
(Esta investigación 2012)

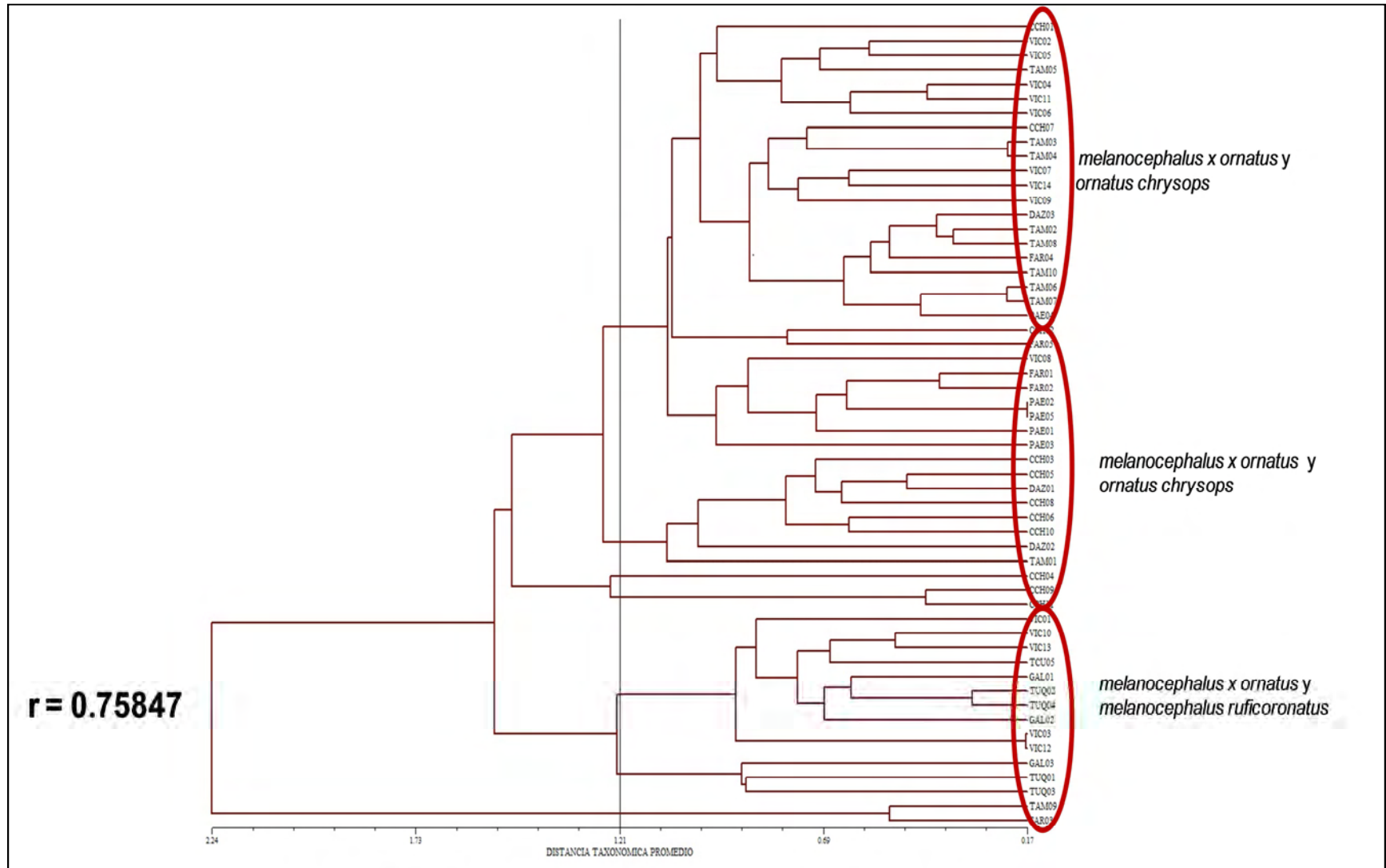


Tabla No. 13

Medidas (en mm) de los parámetros de la morfología externa de *M. melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*. Tamaño de las muestras, medias, desviaciones estándar y rangos, resultados Kruskal-Wallis, con prueba a posteriori test bonferroni, las líneas de la última columna conectan los promedios que no difieren significativamente. (Esta investigación 2012)

Parámetro	<i>M. melanocephalus(M)</i>	<i>M. ornatus(O)</i>	<i>melanocephalus x ornatus La Cocha y Daza(X)</i>	<i>melanocephalus x ornatus La Victoria(V)</i>	F, P	Bonferroni
<i>n</i>	12	20	14	14		
Cabeza – pico CP	27,30 ± 0,45 (26,09 - 28,08)	25,51 ± 0,60 (24,04 - 26,22)	25,70 ± 0,77 (24,32 - 26,84)	26,38 ± 1,06 (25,01 - 28,45)	P= 0,0001	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Culmen expuesto CE	10,01 ± 0,55 (8,93 -10,72)	9,76 ± 0,79 (8,13 - 11,40)	9,40 ± 0,50 (8,16 - 10,06)	9,47 ± 0,18 (9,21 - 9,87)	P=0,012	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Culmen total CT	13,28 ± 0,57 (12,38 - 14,18)	11,62 ± 0,95 (9,22 -12,77)	11,77 ± 0,89 (10,08 -13,08)	12,73 ± 0,60 (11,79 -13,78)	P=0,000015	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Comisura CO	6,51 ± 0,19 (6,19 - 6,79)	5,74 ± 0,46 (4,43 - 6,31)	6,02 ± 0,41 (5,28 - 6,83)	5,88 ± 0,31 (5,45 - 6,49)	P=0,0004	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Alto narina AN	2,70 ± 0,14 (2,47 - 2,92)	2,16 ± 0,26 (1,53 - 2,64)	2,09 ± 0,16 (1,90 - 2,45)	2,40 ± 0,22 (2,05 - 2,86)	P=0,0000049	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Largo narina LN	8,53 ± 0,26 (8,19 - 8,88)	7,85±0,22 (7,35 - 8,28)	7,85 ± 0,55 (7,13 - 8,74)	7,92 ± 0,30 (7,46 - 8,56)	P=0,001	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Ala LA	68,01 ± 2,10 (65,71 - 71,41)	63,97 ± 1,72 (60,43 - 66,32)	64,65 ± 1,88 (60,02 - 66,84)	64,98 ± 2,02 (61,55 - 68,15)	P= 0,0009	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Cola LC	67,89 ± 1,96 (65,87 - 70,71)	62,55 ± 2,17 (58,52 - 66,39)	65,53 ± 0,85 (64,73 - 67,5)	65,83 ± 2,35 (61,86 - 68,42)	P=0,000011	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>
Tarso LR	20,91 ± 1,27 (19,17 - 23,35)	20,36 ± 1,34 (18,4 -23,14)	18,62 ± 0,81 (17,63 - 20,76)	20,04 ± 1,11 (18,2 - 21,91)	P=0,00023	<u>O</u> <u>V</u> <u>M</u> <u>X</u>
Longitud Total LT	129,14 ± 4,23 (125,1 - 135,82)	122,73 ± 2,51 (117,34 -126,86)	113,56 ± 4,47 (108,08 -120,43)	127,67 ± 1,08 (125,64 -129,72)	P=0,000000007	<u>O</u> <u>X</u> <u>V</u> <u>M</u>

Para nueve de las variables morfométricas evaluadas (CP, CT, CO, AN, LN, LA, LC, LR, LT) se encontró diferencias significativas muy altas ($p < 0.01$) entre *melanocephalus ruficoronatus* y los otros tres agrupamientos restantes, salvo para una variable (CE) que igualmente fue significativo pero en menor proporción ($p < 0.05$) véase tabla No. 13.

En cuanto al test de bonferroni, tres de las variables (CP, CE, CO) mostraron relación estrecha entre tres grupos *M. ornatus chrysops*, *melanocephalus x ornatus 1* (La Cocha y Daza) y *melanocephalus x ornatus 2* (La Victoria) y separados del típico *melanocephalus ruficoronatus*. Claramente se observa que no existen diferencias significativas entre *ornatus chrysops* (O) y *melanocephalus x ornatus* (X), al encontrar relación en siete variables morfométricas.

La Victoria se acerca al grupo *melanocephalus ruficoronatus*, en dos variables (CT y LC) y a *ornatus chrysops* en seis de las medidas tomadas (CP, CE, CO, LN, LA, LR). Por otra parte, existen incongruencias en las comparaciones de *melanocephalus ruficoronatus* y *ornatus chrysops*, en particular en una variable (LR). Considerando que la mayoría de resultados han mostrado una supuesta variación fenotípica interespecífica entre estas dos subespecies, se hubiera esperado encontrar concordancia con la relación establecida con los otros dos grupos atípicos.

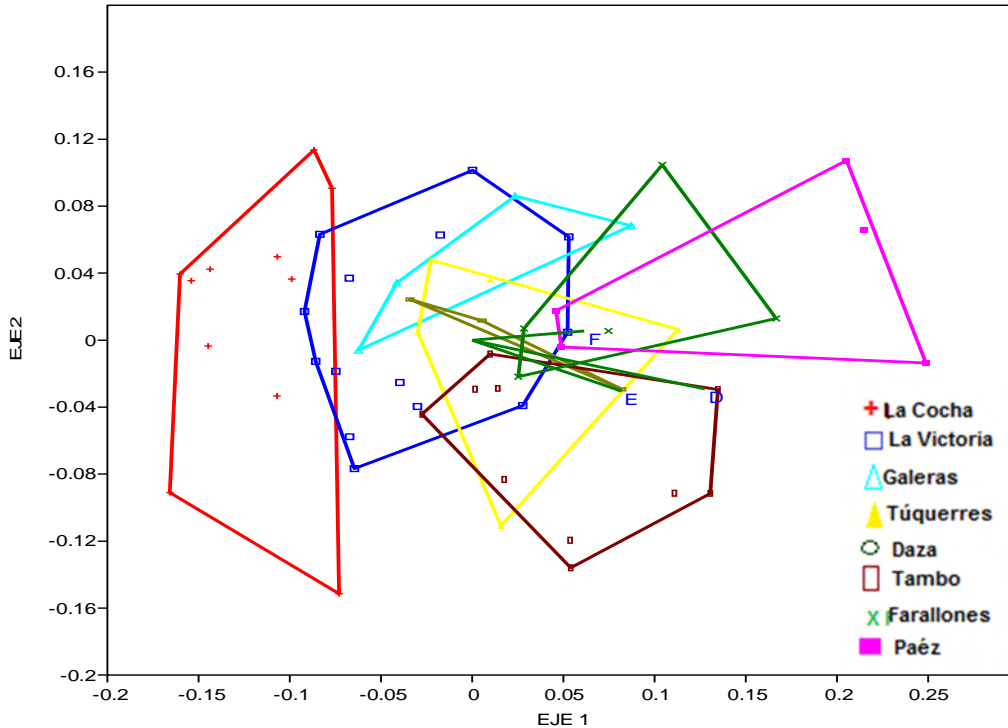
8.2.2 Coloración y marcas del plumaje de *M. melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*

Tomando los resultados del capítulo I en referencia a la variación de coloración en este estudio, en el cual se trataron 5 caracteres del diseño y color del plumaje que varían en los individuos y especímenes de los tres tipos biológicos, *M. m. ruficoronatus*, *M.o.chrysops* y *melanocephalus x ornatus*, distribuidos en 8 subpoblaciones y formando cuatro distinguibles. No se rechaza la hipótesis nula de que los caracteres de la coloración del plumaje varían de forma independiente ($P=0.11548587$), con $n=56$ y 28 pruebas.

La distribución de los estados en cada carácter de coloración a lo largo del suroccidente colombiano, muestra una evidente variación en zonas de Nariño, principalmente en grupos poblacionales de *M. melanocephalus ruficoronatus* en La Victoria (Ipiales) y *melanocephalus x ornatus* en La Cocha y Daza. Mientras en Cauca y Valle los puntos geográficos donde se distribuye *M. ornatus chrysops* representan estados extremos con alta uniformidad.

La mayoría de ejemplares de La Victoria, presentan condiciones intermedias respecto al diseño, marcas y plumaje en banda de la coronilla, por presentar estados intermedios como combinaciones de los niveles intermedios.

Figura 23.
Configuración del análisis de escalamiento multidimensional no métrico en 56
ejemplares para 5 caracteres del plumaje.
(Esta investigación 2012)



La figura 23 está representada la configuración del análisis de escalamiento multidimensional. Los ejemplares de las subpoblaciones de *M. ornatus chrysops* se ubican en una posición netamente extrema, constatando la aparente uniformidad en el plumaje. La Cocha se ubica en uno de los extremos, en cuanto a sus patrones particulares de coloración, mostrando banda coronal rufa, frente amarilla y lista auricular blanca con tintes amarillos. Las demás subpoblaciones llenan el espacio entre estos dos grupos discriminados por los caracteres y estados discretos de coloración.

8.3. Relación morfométrica y distribución altitudinal de *M. melanocephalus ruficoronatus*, *M. ornatus chrysops* y *melanocephalus x ornatus*.

La configuración de cuatro agrupamientos determinados por la cercanía en sus rangos morfométricas y por los datos arrojados por el análisis multivariado, llevan a exponer la relación entre la morfología de los individuos que integran los grupos y la elevación en metros en donde se distribuyen, de manera independiente. Este parámetro, se obtuvo en las salidas de campo y en la información contenida en las etiquetas de las pieles de colecciones ornitológicas.

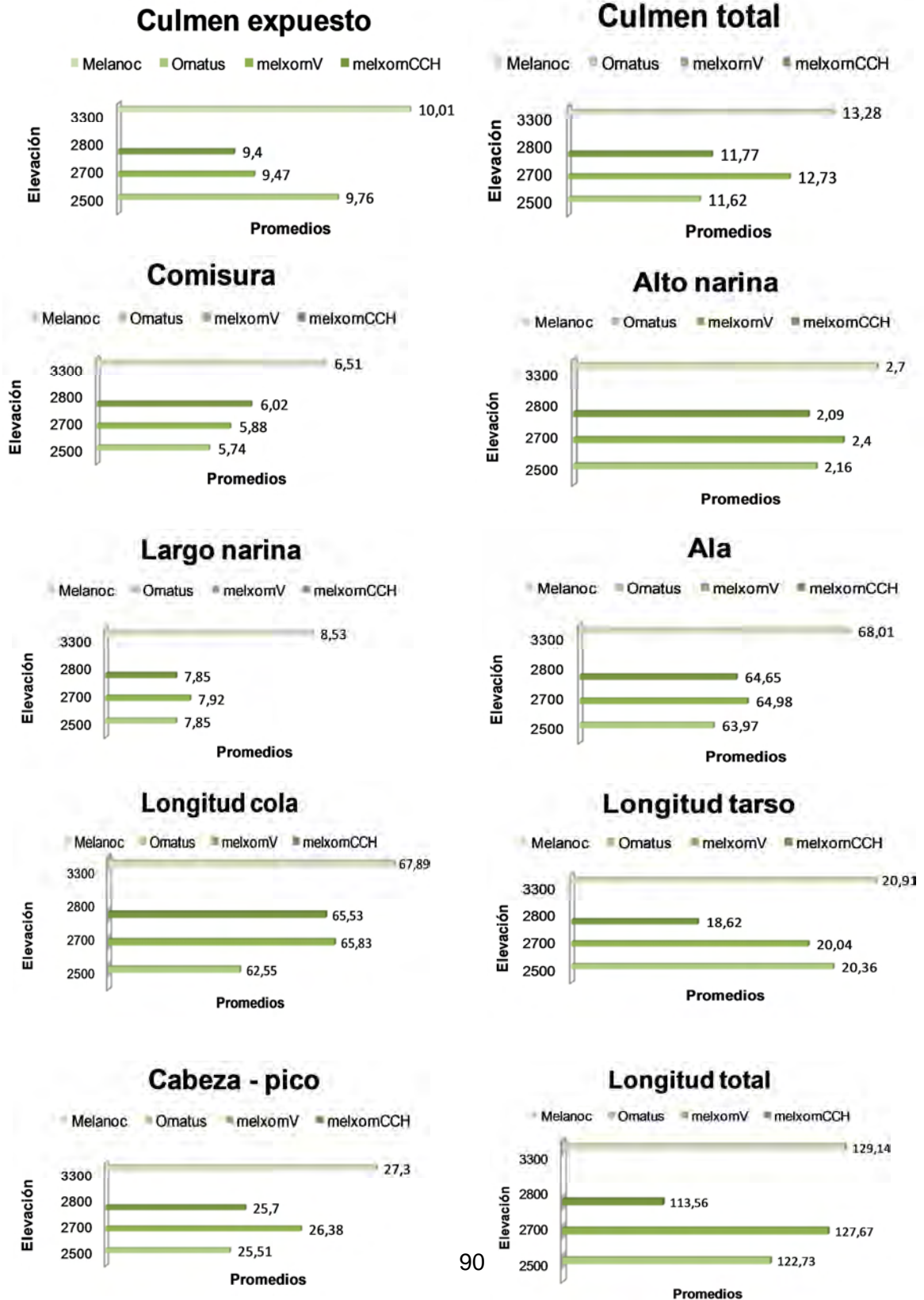
Previamente se encontraron los rangos de elevación en metros de cada uno de los cuatro grupos comparados independientemente, en relación con los promedios morfométricos de cada una de las diez variables. El grupo típico de *melanocephalus ruficoronatus*, distribuidos en altas montañas Nariñenses y asociadas a paramos y áreas volcánicas de la región, se concentra a 3100 - 3300 m y presentó en todas las medidas valores más altos que los tres grupos restantes (Figura 24).

Existe una consistente tendencia morfométrica de reducción en el tamaño de las medidas de *M. ornatus chrysops* directamente proporcional con la disminución en la elevación, esta subespecie en Cauca y Valle se distribuye en un rango de 2400 a 2800 m. Esta relación directa se soporta en seis caracteres (culmen total, comisura, largo narina, ala, cola, cabeza-pico).

Los grupos atípicos *melanocephalus x ornatus* se ubican en una posición intermedia tanto en la distribución altitudinal comprendida en un rango de 2700 a 3100 m, como en las medidas morfométricas del pico (culmen expuesto, culmen total, comisura, alto narina y largo narina), también expuestas en una ubicación central.

Con respecto a la variable longitud total se denota individuos más pequeños corporalmente en las subpoblaciones atípicas *melanocephalus x ornatus* de La Cocha y Daza, similares a *M. ornatus chrysops*, mientras que ejemplares de las subpoblaciones de La Victoria se aproximan a las medidas corporales de las subpoblaciones típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus*. Se considera que las formas de *Myioborus* de Nariño tratadas en esta investigación se segregan altitudinalmente.

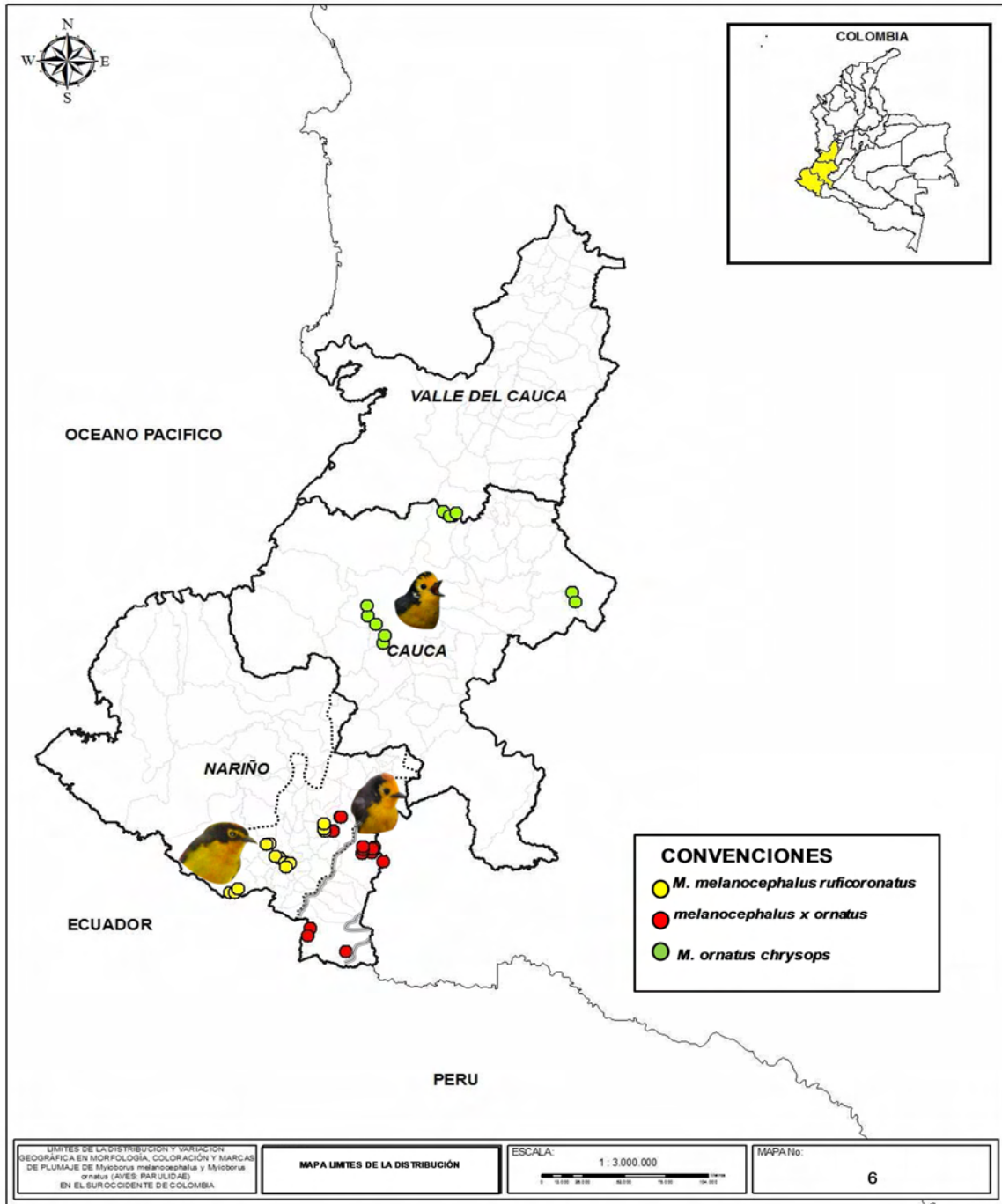
Figura 24.
 Relación morfométrica y distribución altitudinal de *M. melanocephalus ruficoronatus*,
M. ornatus chrysops y *melanocephalus x ornatus*
 (Esta investigación 2012)



8.4. Límites de la distribución geográfica de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*.

Figura 25.

Distribución de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops* y formas atípicas *melanocephalus x ornatus*. Línea punteada: provincia andina, guion compuesto: provincia andino-amazónica de Nariño. (Esta investigación 2012)



En cuanto, a la distribución geográfica de las subespecies se encontró que las subpoblaciones típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus*, se distribuyen parapátricamente, con un rango aproximadamente coincidente con la región andina de Nariño, sin presentar registros en Cauca y Valle, véase Figura 25. En relación a que sus áreas de distribución apenas se solapan con las distribuciones de otras subpoblaciones.

Límites reales: La subespecie *melanocephalus ruficoronatus* ocurre principalmente en las altas montañas suroccidentales de la geografía nariñense, en la vertiente occidental del SFF Galeras (registros de Consacá), contorno de la sabana de Túquerres, Reserva Natural Azufral en Sapuyes y Santacruz-Guachavés, Páramos de Pueblo Viejo, Paja Blanca y el zona fronteriza de Colombia y Ecuador en el Páramo de Chiles-Cumbal. Entre estas localidades Galeras se considera como un punto de aparente contacto con las formas atípicas *melanocephalus x ornatus*.

La subespecie *ornatus chrysops* se distribuye en gran parte de la cordillera occidental colombiana, en contraste con su conespecífica *ornatus ornatus* que se localiza en la cordillera de los andes orientales. En el suroccidente colombiano, *ornatus chrysops* ocurre en rangos altitudinales de 2400 a 2800 metros, en el sur del Valle del Cauca y con marcada presencia en la zona centro y centro-oriental de Cauca, esta investigación compiló información de distribución geográfica en Páez, Timbio, Marquetalia, PNN Munchique y Tambo.

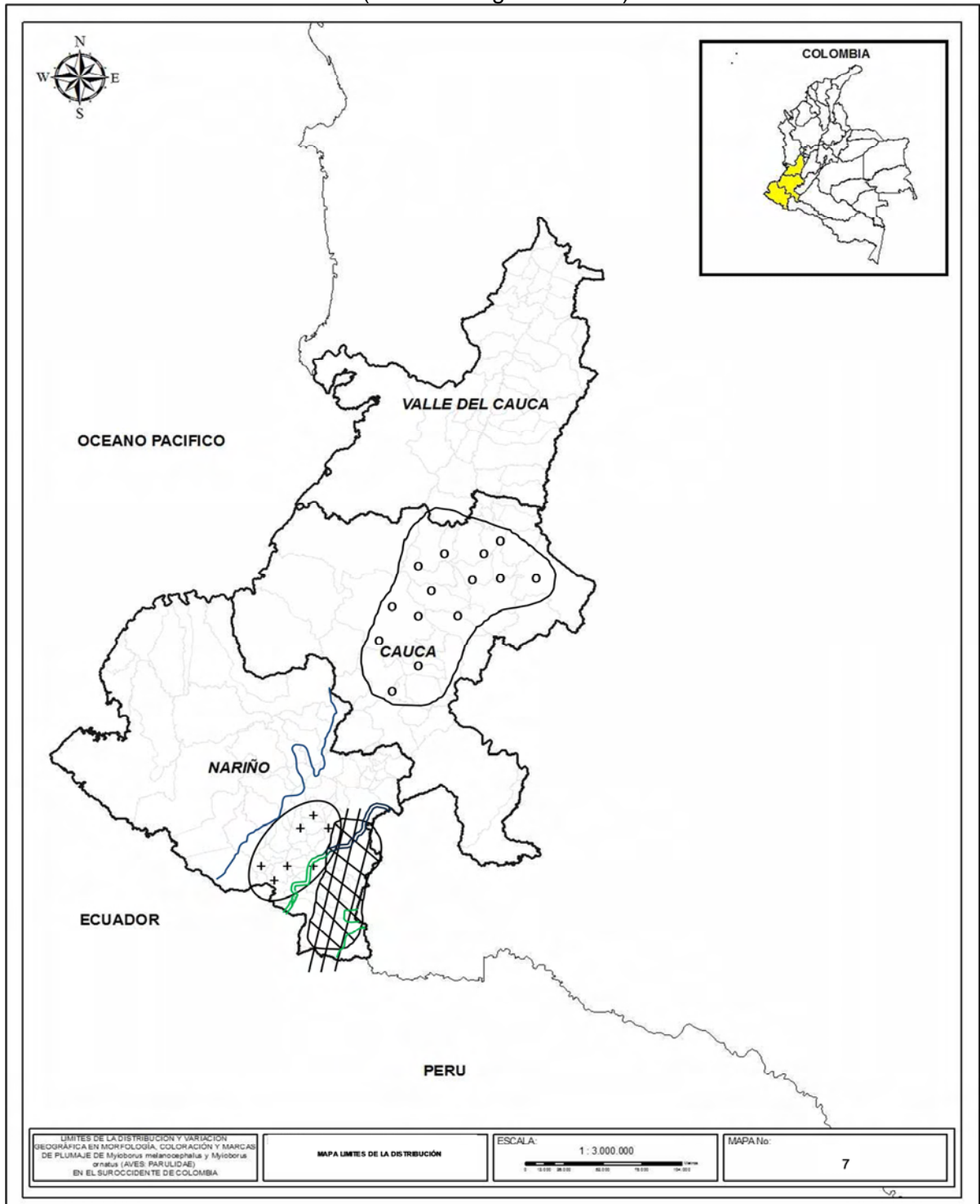
Zona de contacto secundario

La figura 26 expone la distribución espacial de las subpoblaciones establecidas y entidades irregulares de *Myioborus*, delimitando la potencial zona de contacto secundario entre las subespecies *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*, como el área que describe la aparente ocurrencia de intergradación congénica de estas dos subespecies emparentadas. Nótese que la zona de contacto se establece en el borde de transición entre las provincias biogeográficas andina y andino-amazónica de la región de Nariño.

Figura 26

Ubicación de la potencial zona de contacto entre las subespecies. Los círculos representan distribución de *M. ornatus chrysops*, las cruces la distribución de *M. melanocephalus ruficoronatus* y las líneas entrecruzadas la ubicación de *melanocephalus x ornatus*-ZONA DE CONTACTO. Línea azul: provincia andina, Línea verde: provincia andina-amazónica. Doble línea: límite provincial.

(Esta investigación 2012)



9. DISCUSIÓN

9.1. Variación morfométrica intraespecífica e interespecífica de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*

Este estudio documenta una considerable variación geográfica en las características morfométricas y del plumaje dentro de las subespecies *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*. Aunque no está claro si esta variación se puede atribuir a la selección natural o las condiciones biofísicas donde se distribuyen estos taxos.

Esta variación a nivel geográfico no es el resultado de un proceso terminado, si no, de la evidencia de un fenómeno en curso, indagado en varias investigaciones desde Hellmayr (1935) y concluyendo resultados similares: especies de *Myioborus*, resultan ser un grupo difícil para la delimitación taxonómica por los complejos patrones de coloración, principalmente de la cabeza, entre taxones tratados como subespecies o especies. El modelo hipotético que se discute en esta investigación muestra que la reciente distribución geográfica y datos morfológicos de los ejemplares de *Myioborus*, solo pueden explicar una parte de los actuales patrones biogeográficas.

Más allá de los inconvenientes en la designación taxonómica de las poblaciones de *Myioborus*, las similitudes en el patrón de plumaje establecen un modelo de estudio biogeográfico interesante en los Andes suramericanos, caracterizados por la diversidad y endemismo de Aves (Coates y Obando 1996). Esta investigación reporta la evaluación de variación intraespecífica e interespecífica de dos de las doce especies reconocidas dentro del género neotropical, *M. melanocephalus* y *M. ornatus*. Se aporta resultados en la distribución real de las subespecies presentes en el suroccidente colombiano y contribuye con evidencias fenotípicas al posible proceso de hibridación entre estas dos taxos, planteado por Pérez-Emán, en el año 2005.

La indeterminación del estatus taxonómico en la subespecie *M. melanocephalus ruficoronatus*, ha sido causa de varias intervenciones científicas, con pocos análisis geográficos dirigidos a la interpretación taxonómica, que establezca con claridad la identidad de los individuos. Científicos ornitólogos de renombre (e.g. Kjell E. von Sneider, Carlos Lehmann) reportan inferencias taxonómicas a nivel fenotípico sin esbozar la importancia de la distribución geográfica en los planteamientos.

Esto ha llevado a reportar individuos atípicos de *Myioborus* de Nariño con incompletas determinaciones sistemáticas, como los encontrados en algunas colecciones ornitológicas visitadas. Véase Figura 27.

Figura 27
Fotografía de etiqueta de colección especímenes de referencia de *M. melanocephalus ruficoronatus*
(Esta investigación 2012)



Esta investigación base deja abierto el debate científico siendo necesario diseñar y desarrollar estudios genéticos y de comportamiento para establecer definitivamente la diferenciación de las poblaciones de *Myioborus* distribuidas en el suroccidente de Colombia. Ya que las especies como unidades focales requieren clasificaciones en las que estén bien definidas y posean validez taxonómica. A corto plazo es indispensable secuenciar los genes mitocondriales citocromo b y ND2, en ejemplares de las tres entidades, como lo sugiere Vargas *et al* (2007). De igual manera, es necesario realizar estudios en la variación geográfica del canto de los *Myioborus* en el suroccidente colombiano, ya que el canto está relacionado íntimamente con la ecología y evolución de las especies de aves (Kroodsma 1996).

Dentro del género *Myioborus*, la especie *M. melanocephalus* junto con *Myioborus miniatus*, son reconocidas como grupos politípicos por su variación geográfica (Pérez-Emán 2005). En *M. melanocephalus* formalmente se reportan cinco subespecies distribuidas en los Andes de América. La investigación que realice (2012) postula que la variación intraespecífica (intrapoblacional) a nivel morfológico, en una de estas subespecies, *M. melanocephalus ruficoronatus*, es muy baja, encontrándose una única variable de 10 estudiadas que dirija esta tendencia.

Sin embargo, también se exponen formas atípicas de *M. melanocephalus ruficoronatus*, como en las subpoblaciones de La Cocha, Daza y La Victoria, entidades sin una designación taxonómica determinada. Si planteamos la inclusión de estas subpoblaciones en el grupo *melanocephalus ruficoronatus*, se validaría las formas polítipicas dentro de las razas geográficas o subespecies, llevando a un nivel más alto de complejidad la categorización taxonómica de los grupos biológicos (Donegan y Avendaño 2009).

Por otra parte, los criterios biológicos, ecológicos y evolutivos en la definición de variedades de una forma típica, se soportan en la diferenciación en la distribución geográfica y patrones morfológicos, de coloración y comportamentales. En ese sentido, se considera a las subpoblaciones atípicas como formas fuera del grupo regular de *melanocephalus ruficoronatus*, por sus características particulares y en su mayoría intermedias, relacionando la variación como un suceso no independiente y muy ligado a la presencia de otras razas geográficas (*Myioborus ornatus chrysops*) de congéneres distribuidos en una pequeña área geográfica, como lo es el suroccidente colombiano.

La evaluación de tres subpoblaciones de *Myioborus ornatus chrysops* también muestran una variación morfológica muy baja a nivel intraespecífico, solo dos variables se consideran determinantes en diferenciar significativamente estos individuos. Por lo tanto, el contraste espacial de los caracteres morfológicos, de coloración, marcas del plumaje y distribución de las poblaciones / subpoblaciones de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* en el suroccidente colombiano no muestran significativas diferencias intraespecíficas y no varían geográficamente de forma independiente. De esta manera se refuta la primera hipótesis de investigación planteada en este estudio.

La variación morfológica interespecífica entre dos razas geográficas de dos diferentes especies de *Myioborus* en el suroccidente colombiano, se analizó desde la problemática enunciada en el planteamiento del problema, que recoge la indeterminación taxonómica de entidades en la región de Nariño y el posible fenómeno de hibridación entre las especies. Este estudio concluye el establecimiento de formas intermedias *melanocephalus x ornatus*, en relación a las evidencias en los patrones de diferenciación morfométricos (Figura 28), más relacionadas con la subespecie *M. ornatus chrysops*, con formas típicas en el Cauca y Valle, en contraste con la variedad *M. melanocephalus ruficoronatus* distribuido en las altas montañas de Nariño.

La cercanía entre ejemplares atípicos y *M. ornatus chrysops* se muestra en conformidad con los resultados de Lovette *et al* (2010), quienes indican que *M. melanocephalus* y *M. ornatus* son taxones hermanos, estrechamente relacionado y con diferencias muy sutiles para su separación, tratando a la subespecie *M. melanocephalus ruficoronatus* (atípicos) presente en el

suroccidente colombiano más relacionada con *M. ornatus* que con la especie *M. melanocephalus*, como lo sugiere su probable introgresión .

Diferentes estudios y ejercicios investigativos realizados en la geografía de Nariño reafirman la relación cercana entre las formas atípicas y *M. ornatus chrysops* (Strewe & Kreft 1999, Laverde XENOCANTO XC12711, Athanas *com.pers*).

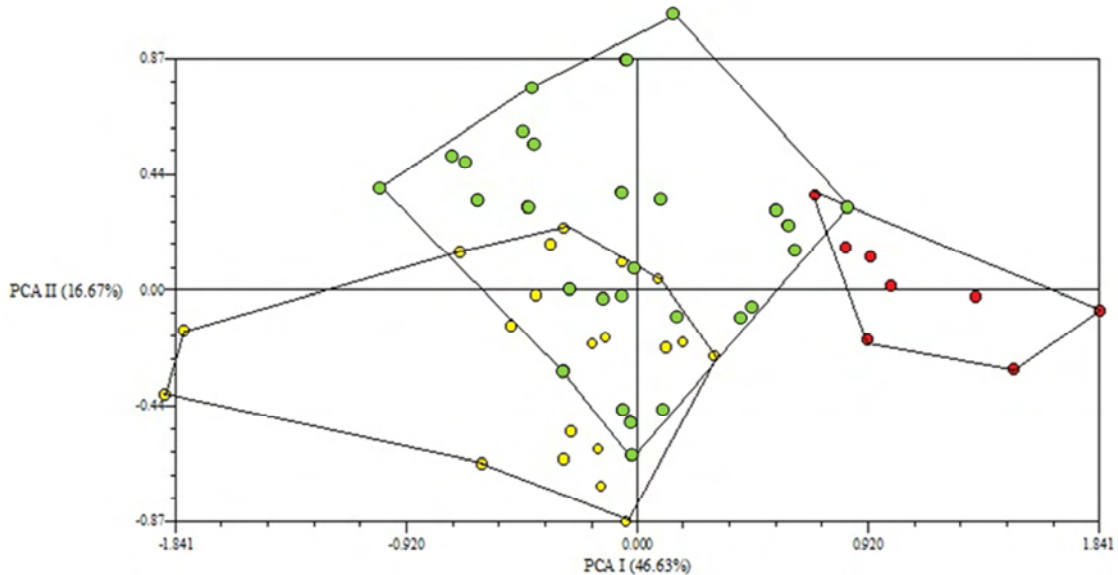
Variación poblacional en la morfología y rasgos del plumaje de M. melanocephalus ruficoronatus y M. ornatus chrysops.

En lo que se refiere a morfología, las diferencias intraespecíficas presentan a los individuos típicos de *M. melanocephalus ruficoronatus* con mayores longitudes en los caracteres evaluados. Las subpoblaciones atípicas *melanocephalus x ornatus* son similares morfológicamente a *M. melanocephalus ruficoronatus*, en las variables de longitud de la cola, longitud tarsal y longitud total. Mientras que los atípicos con *M. ornatus chrysops*, son similares en el Alto narina, Largo narina y long. Alar.

Con respecto a la morfometría, James (1970) sugiere que la mínima variable y el más valido indicador del tamaño corporal para comparaciones intra e interespecíficas en aves, es la longitud del ala, sin embargo la longitud de la cola y el tarso son mejores indicadores de variación en proporciones (Zink y Remser 1986). Aunque la masa del cuerpo se considera a menudo como la mejor medida del cuerpo (Freeman y Jackson 1990), variable que no fue evaluada en este estudio. La información que obtuve sugiere como variables morfológicas de diferenciación interespecífica las medidas del pico, en cuanto a las longitudes en milímetros del culmen total y alto del pico desde la narina.

Figura 28.

Patrones de diferenciación morfológicos entre las subpoblaciones de *M. melanocephalus ruficoronatus* (círculos rojos), *M. ornatus chrysops* (círculos amarillos) y *melanocephalus x ornatus* (círculos verdes) en el espacio definido por los dos primeros componentes de un análisis de componentes principales. (Esta investigación 2012)



9.2. Variación en el plumaje intraespecífica e interespecífica de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*

De los cinco caracteres de la coloración y marcas de los plumajes estudiados, tres sugieren abiertamente un estatus intermedio entre *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*. La evidente variación y mezcla de los caracteres (Figura 17-A, 17-B y 17-C), sugiere la ocurrencia de un proceso de hibridación, sin embargo los patrones de diferenciación entre las subpoblaciones indican una zona de contacto compleja.

En cuanto a la variación interespecífica en las marcas y coloración del plumaje, es necesario subrayar el nivel de intensidad que mostraron los patrones de coloración, caracterizados en algunas partes del cuerpo, para esta investigación. El efecto general en coloración de los individuos *M. melanocephalus ruficoronatus*, habitantes permanentes de los bosques altoandinos, fue presentar una tonalidad más fuerte o vistosa, en las alas, dorso y área pectoral que *M. ornatus chrysops* y las formas atípicas *melanocephalus x ornatus*, que puede relacionarse con las condiciones ambientales a elevaciones mayores, en conformidad con la regla de Gloger's (Zink y Remsen 1986), medida bien sustentada en las aves del norte de América.

La variación interespecífica entre *melanocephalus* y *ornatus* es consistente en los patrones de variación del plumaje, resultado o producto de variantes geográficas común en poblaciones de aves (Roulin 2003), adicionalmente las especies frecuentemente muestran cambios morfológicos en la transición entre hábitats, como en el caso de las ecorregiones andina y andino-amazónicas de Nariño, posible zona de hibridación de las entidades. Sin embargo, estos cambios pueden ser graduales o abruptos dependiendo de las especies y en particular de los eventos que las rodean.

En la actualidad el límite provincial andino y andino-amazónico se caracteriza por la intervención antrópica desmesurada, la expansión de la frontera agrícola, que afecta los páramos bajos y altos de los municipios de Ipiales, Puerres, Tangua, Pasto y Buesaco. La degradación de la flora nativa en estas zonas puede inferirse como un factor de presión sobre las poblaciones de *Myioborus*, manifestando procesos “atípicos” como la hibridación (Curry 2007).

9.3. Relación morfométrica con la distribución altitudinal de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*

Las subpoblaciones típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus* ocurren en regiones más altas que *M. ornatus chrysops*. Aunque es generalmente más grande que cualquiera de los grupos evaluados, según las graficas de relación morfométrica y elevación de esta investigación (Figura 24). Esta consideración en el tamaño del cuerpo guarda concordancia con un conocido parámetro ecológico, la regla de Bergmann (Atkinson & Sibly 1997). Esta regla se cumple en el grupo *melanocephalus ruficoronatus*, siendo que tienen mayor tamaño que sus congéneres al estar distribuidos en zonas donde la temperatura del medio ambiente es más baja en relación con otras zonas de distribución.

La relación morfométrica de aves con la distribución altitudinal de las especies es registrada claramente por Graves (1985), quien en su estudio señala que el aumento de poblaciones fragmentadas e incipiente especiación (presencia de razas geográficas) incrementa con la elevación altitudinal. Por otro parte, La mayoría de aves que presentan grados de diferenciación geográfica tienen un área de distribución muy amplia (varios grados latitudinales y/o longitudinales) (Short 1982).

Sin embargo, los gradientes altitudinales y la complejidad topográfica en las regiones de montaña, como las de Nariño, llevan a la existencia de distintos ambientes a lo largo de distancias muy cortas, lo cual puede haber influenciado la diversificación de los *Myioborus*, como resultado de la variación geográfica por las presiones selectivas del ambiente (Navas-Berdugo 2008).

9.4. Identidad de las formas atípicas. Implicancias en el eventual proceso de introgresión.

La variación entre poblaciones y subpoblaciones muy cercanas encontrada en esta investigación infiere inconvenientes en cualquier decisión taxonómica y la definición de los límites específicos de las dos especies, cuando se reporta la existencia del agrupamiento *melanocephalus x ornatus* y convierte muy sensible el concepto de especie adoptado, a pesar de esfuerzos documentales de ponerle punto final a la discusión (Jhonson *et.al.* 1999). Este tipo de estudios pone de nuevo a la luz científica el debate sobre el concepto de especie, no obstante, los avances teóricos son lentos pero continuos (Cracraft 2000).

Conforme a la rigurosidad y nivel de análisis de la problemática aviar investigada, sería apresurado determinar la identidad de las subpoblaciones *melanocephalus x ornatus*. Asimismo se pueden hacer consideraciones en el sentido que estos grupos poblacionales parecen formar parte de una pequeña zona de intergradación, donde los individuos se van asemejando a *Myioborus ornatus chrysops*.

Próximas investigaciones deducirían la presencia de una subespecie o especie no descrita de *M. ornatus*, en la región suroccidental de Colombia (Lentino *com.pers* 2011).

Los caracteres intermedios en la morfología y coloración de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus* y *Myioborus ornatus chrysops* encontrados en esta investigación, se establecen en correspondencia a unas pequeñas poblaciones atípicas e intermedias a las dos subespecies tratadas.

Se aporta con la determinación espacial de la potencial zona de contacto con evidencia fenotípica a nivel interespecífico y devela resultados en el planteamiento de hibridación (introgresión) en marcha. En consideración, se valida el segundo sustento hipotético de este estudio, en donde el reconocimiento de caracteres morfológicos intermedios, conllevan a sugerir una posible zona de contacto fenotípica (Coyne 2004), como lo muestra la figura 29.

La zona de contacto coincide con el borde del límite de las dos de las provincias biogeográficas de Nariño, zona que expone un área de transición natural donde predomina la influencia amazónica sobre la región andina. Donde las condiciones biofísicas (v.g. cobertura boscosa, lluvias) permiten la presencia de especies propias de Flora y Fauna de ambos ecosistemas. En muchos casos, las zonas de contacto son cientos o miles de Kilómetros de largo, y pueden contener un gran número de híbridos (diferentes especies) (McCarthy 2006).

Figura 29
 Mapa zona de contacto fenotípico en el norte de los andes suramericanos
 (Esta Investigación 2012)



El patrón de diferenciación entre las formas típicas de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops* y las formas atípicas de Nariño puede inferirse en la ocurrencia de la zona de contacto definida, sin precisar cuáles son las entidades que se involucran (entrecruzan) directamente en este fenómeno (machos de la especie A con hembras de B o machos de especies B con hembras de A o libre cruzamiento).

La variación puede haber evolucionado por un proceso parapátrico con pequeñas zonas de contacto interconectadas con subespecies o subpoblaciones, coincidiendo con los cambios del ambiente (Endler 1982). Por lo tanto, cada zona de contacto representaría un paso para la intergradación primaria o en su defecto en una clina dentro de un hipotético proceso de especiación clinal.

Aquí, se ha definido, caracterizado e identificado la zona de contacto secundario, coincidiendo sus límites entre dos de las principales provincias biogeográficas de Nariño, la andina y andino-amazónica. Este límite es un área transición y se caracteriza por los cambios ambientales. Sin embargo, los límites entre regiones biogeográficas representan eventos vicariantes

anteriores, tal como lo señalan Cracraf y Prum (1988). Esta investigación deja una puerta de entrada a los análisis de las zonas naturales de contacto entre taxas emparentados y la evaluación de la medida del flujo de genes, el desarrollo de mecanismos de aislamiento entre las poblaciones y gradaciones intermedias (Barton y Hewitt 1985).

En el eventual proceso de hibridación presentado entre *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*, la ocurrencia de la zona de contacto entra en correspondencia con la distribución general de las especies, siendo que *M. melanocephalus* inicia su presencia en el suroccidente de Colombia y termina en la zona central de Bolivia (Ver figura No.4), mientras que *M. ornatus* finaliza su distribución en el mismo punto de partida de su congénere. Barton y Hewitt (1985) subrayan el establecimiento de zonas de contacto, en donde las especies hibridizan en el límite de su distribución geográfica.

Los mapas de distribución y zona de contacto (Figura 25 y 26 respectivamente) muestran la ubicación de las poblaciones de los *Myioborus* estudiados en el suroccidente de Colombia. Sin embargo, la zona de contacto solo es “cercana” a una de las líneas típicas determinadas, como lo es *M. melanocephalus ruficoronatus*, a diferencia de la distancia a *M. ornatus chrysops*. La posible ruta de contacto de las poblaciones caucanas con los grupos de Nariño, podría ocurrir en los pequeños relictos de bosque colindantes con el Valle del Patía, sin embargo, esta deducción tiene menor peso a razón de no encontrarse registros en dicha zona (Ayerbe Q & Lopez 2011).

Teniendo en cuenta la distribución de las zonas altas del departamento del Cauca, colindantes con Nariño, se plantea otra potencial ruta de contacto de *ornatus chrysops* y *melanocephalus ruficoronatus*; las áreas de Páramo alto y bajo de los municipios de Santa Rosa, San Sebastián, Bolívar, Almaguer y La Vega. No obstante, la distribución de las poblaciones típicas de *M. ornatus chrysops*, no se conectaría directamente con áreas de bosque de los municipios de Nariño, si no, a través del Valle de Sibundoy-Putumayo. Esta apreciación se discute por la posible ocurrencia de *Myioborus ornatus* en esta zona del piedemonte amazónico.

Curry (2007) postula la eminente degradación y afectación de las formas híbridas, en particular por la reproducción y vigencia de estos atípicos en determinado hábitat, en relación a las líneas parentales (no encontradas en la zona de contacto expuesta), sin embargo los enunciados también explican que las crías híbridas pueden ser igual o mejor adaptados en las zonas de intergradación.

9.5. Aspectos ecológicos y conservación de especies aviares.

El trabajo de campo realizado permite exponer algunas observaciones ecológicas que soportan conclusiones propuestas en esta investigación. En Nariño, las formas descritas como *melanocephalus x ornatus* estaban asociadas a bordes de bosque altoandino.

Parte de la posible zona de contacto entre las especies, se caracteriza por pertenecer a la ecorregión Bordoncillo–Patascoy, compartida con el departamento del Putumayo, en la vertiente oriental andina - amazónica, nudo de los Pastos y cuenca alta del río Guamúes, en donde, se presenta una temperatura entre los 8°C y 12°C, con una precipitación anual de 2500 mm, teniendo en cuenta que por la influencia amazónica esta precipitación puede aumentar a los 4.000 mm.

En cuanto a la Flora se reportan más de 90 familias, representadas por 158 géneros y más de 250 especies, entre las más representativas están la familia Asteracea con 18 géneros y 18 especies; Ericacea con 8 géneros y 11 especies y Orchidaceae con 7 géneros y 9 especies (CORPONARIÑO 2002). Se identificaron algunas especies de árboles nativos visitados por los *melanocephalus x ornatus*: Motilón, Arrayán, Cancho, Capulí, Mate, Encino churoso, Encino redondo, Pino colombiano, Pumamaque y Pelotillo.

En fauna, se encontró que en las franjas más altas de la zona habitan mamíferos como la Danta (*Tapirus pinchaque*), el lobo andino (*Lycalopex culpeus*) (WWF y IAVH 2002) y el mono churuco de montaña (*Lagothrix lagothricha lugens*). Existe una alta biodiversidad de aves, debida a factores como su ubicación dentro de la zona andino-amazónica, variedad florística y presencia de diferentes ecosistemas (v.g. humedales, páramos y bosques de niebla).

Esta zona de contacto, hace parte de un área de refugio a diferentes especies que se encuentran amenazadas por causas como la cacería y la continua reducción de su hábitat, entre ellas: gaviota andina (*Larus serranus*), tucán (*Andigena hypoglauca*), pava del monte (*Penelope montagnii*), lora de cola roja (*Leptossittaca branichii*) y pato pico de oro (*Anas georgica spinicauda*) (WWF y IAVH 2002). Para la zona de contacto, se puede contar con un estimativo de 170 especies de Aves, la mayoría referenciadas en el libro “Aves de Colombia” (Hilty & Brown 2001) y “Aves de la Laguna de la Cocha” (Calderón 2002).

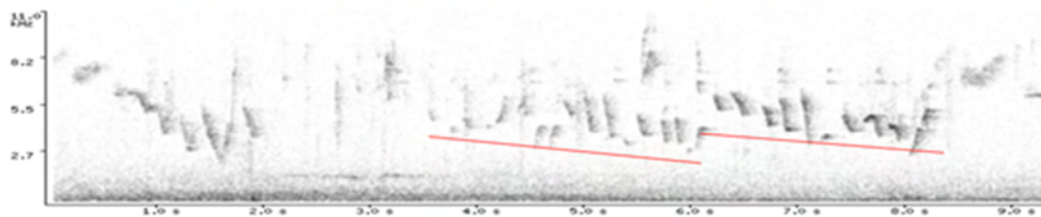
Generalmente los individuos *melanocephalus x ornatus* fueron observados en grupos de dos y tres individuos o formando bandadas mixtas de 7 a 12 individuos con presencia de especies típicas de esta franja de bosque como *Margarornis squamiger*, *Anisognathus igniventris*, *Diglossa cyanea*, entre otros.

Respecto a la etología y en particular la comunicación intraespecífica, los individuos *melanocephalus x ornatus* son muy activos en el comportamiento del canto, especialmente a media mañana y media tarde con repertorios de 15-20 notas continuas. La estructura del canto de *melanocephalus x ornatus* es similar a los *M. ornatus chrysops*, pero difiere al canto de *M. melanocephalus ruficoronatus* típico, Véase figura 30.

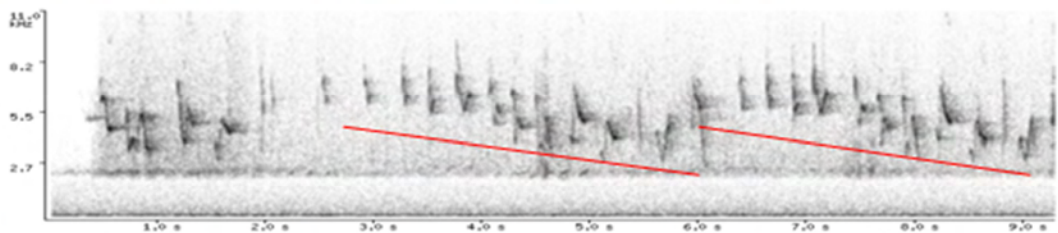
Figura 30.

Sonogramas. A: *melanocephalus x ornatus*, B: *M. ornatus chrysops* y C: *M. melanocephalus ruficoronatus*. La línea roja indica cada uno de los “fraseos” del canto.

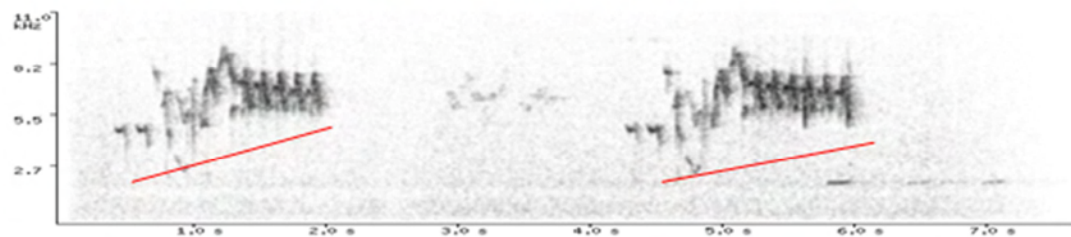
A. Reserva Natural Las Perlas-La Cocha (Esta investigación 2012)



B. Xenocanto XC 56396. Tambo-Cauca (López-Lanús 2000)



C. Xenocanto XC 50420. Chinchipe-Ecuador (López-Lanús 1998)



Esta investigación no encontró diferenciación en los patrones de coloración de las timoneras a pesar del esfuerzo investigativo, sin embargo los contrastes negros y blancos en las plumas extremas de la cola, permiten a estas aves desplegar numerosas estrategias de forrajeo.

Las jornadas de campo, en particular dentro de los bosques altoandinos aledaños a la ciudad de Pasto, permitió encontrar dos nidos de la entidad *melanocephalus x ornatus*. Los nidos estaban muy cerca de la carretera, en bordes de bosque, en senderos y trochas de fácil acceso. La altura desde el

suelo en la que fueron encontrados es de 1.50 a 2 metros y los huevos de 18 x 11 cm.

Greeney *et al* (2008), describieron la anidación de *M. melanocephalus* en Ecuador, encontraron que los nidos son estructuras en forma de horno, están contruidos de hojas y musgos, en la parte interior de material suave como escamas de helechos arborescentes, la nidada es de dos huevos. La construcción del nido puede durar entre 12 y 18 días, la incubación dura 15 días y los pichones tardan en volar otros 12 días. La reproducción de *M. melanocephalus*, coincide con las temporadas más secas.

En términos de conservación, Cadena (2003) sostiene que cualquiera que sea el enfoque de investigación en la avifauna nacional, todo esfuerzo científico debe promover a la especie como la unidad focal de conservación y manejo. De acuerdo a esto, la investigación propone la hibridación y de esta manera la importancia genética de la conservación, como una herramienta que complementa la información morfológica, fenotípica y ecológica para resolver problemas taxonómicos. Aunque ninguna de las especies estudiadas presenta una categoría de amenaza designada, es necesario enfatizar en las consecuencias que la degradación de ecosistemas y hábitats para las aves puede estar generando.

En general, las zonas biogeográficas de Nariño aquí nombradas enfrentan serias amenazas en términos de preservación de la biodiversidad regional, a razón de las incipientes medidas de control y gestión de ecosistemas estratégicos y la falta de planificación de megaproyectos, iniciativas de minería y aprovechamiento de las fuentes hídricas.

CONCLUSIONES

Límites de la distribución de las subespecies:

La distribución de las subpoblaciones típicas de *Myioborus melanocephalus ruficoronatus*, se da en Nariño en tres zonas: Galeras, Túquerres y Cumbal, es decir, su distribución se limita a la provincia biogeográfica andina de Nariño.

No se encontraron registros de individuos típicos de la subespecie *Myioborus ornatus chrysops*, en las 14 zonas de Nariño, en donde se realizó la fase observación de campo.

Se considera la relación biométrica con la distribución altitudinal en *M. melanocephalus ruficoronatus*, encontrándose ejemplares más grandes a elevaciones de paramo y subpáramo en esta investigación. Mientras *M. ornatus chrysops* y los individuos *melanocephalus x ornatus* se hallaron por debajo de los 3000 m de altura, reportados como individuos más pequeños.

Variación geográfica en morfología, coloración y marcas del plumaje:

Se propone que el mosaico de variación intraespecífica estudiada en las subpoblaciones típicas establecidas de *M. melanocephalus ruficoronatus* y *M. ornatus chrysops*, a nivel morfológico, de coloración y marcas del plumaje es muy baja.

El contraste espacial y la variación interespecífica expuesta en los resultados plantean una potencial zona de contacto secundario, ubicada en Nariño. Esta zona de contacto alberga a las subpoblaciones "atípicas" *melanocephalus x ornatus*.

Los individuos considerados como *melanocephalus x ornatus* se relacionan más a nivel morfológico, de marcas y coloración del plumaje con la subespecie *M. ornatus chrysops*, que en comparación con los individuos de *M. melanocephalus ruficoronatus*.

No se establece la identidad taxonómica de *melanocephalus x ornatus*, pero se describe una combinación de caracteres morfológicos y del plumaje en estas subpoblaciones. Estos caracteres son intermedios entre dos subespecies geográficamente próximas, se requieren más estudios para considerar esta entidad como una subespecie o especie no descrita hasta ahora.

Se define y localiza un agrupamiento poblacional / subpoblacional con caracteres intermedios a partir de la analogía de los registros por observación y colectas de museo.

LITERATURA CITADA

- ATKINSON, D. & R.M. SIBLY. 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends Ecol. Evol.* 12: 235-239
- AYERBE QUIÑONEZ, F. & LOPEZ JP. 2011. Adiciones a la avifauna del valle alto del río Patía, un área interandina en el suroccidente de Colombia. *Boletín SAO* Vol. 20
- BAENA, A. 1999. Determinación de las relaciones filogenéticas entre los géneros *Basileuterus* (Parulidae) y *Hemispingus* (Thraupidae): evidencia de ADN mitocondrial citocromo". *Rev. Ornitología Colombiana* 2: 64 p. 149
- BARTON, N. H & G.M. HEWITT. 1985. Analysis of hybrid zones. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 16.
- BENSCH, S., T. ANDERSSON, & S. AKESSON. 1999. Morphological and molecular variation across a migratory divide in willow warblers, *Phylloscopus trochilus*. *Evolution* 53:1925–1935.
- BENITEZ & DIAZ, H. 1993. Geographic variation in coloration and morphology of the acorn woodpecker ©. The Cooper Ornithological Society. . *Rev. The Condor* 95. 63 -71
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2004. In IUCN 2008. IUCN Red List of Threatened Species. IUCNRedList.org. Downloaded July 18, 2008.
- BOISSONNEAU 1840. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea. <http://www.itis.gov/index.html>. 2008
- BRUMFIELD ROBB., REMSER J. V. 1996. Geographic variation and species limits in *Cinnycerthia* Wrens of Andes. *The Wilson Bulletin*. Vol 108. No.2. 205 – 396 p.
- BYNUM & BARRET. 1983. *The Collected Papers of Darwin* University of Chicago Press 48:1915–1926.
- CADENA, C. 2003. "Taxonomy of *Cisthorus apolinari*, species concepts and conservation of threatened birds of Colombia". *Rev. Ornitología Colombiana* N°1: 71-75.
- CALDERÓN, JJ. 2002. *Aves de la Laguna de la Cocha*. Serie Un canto a la vida. Primera Edición. San Juan de Pasto. Asociación para el Desarrollo Campesino –ADC. 172 p.
- CHAPMAN, FM. 1919. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea. <http://www.itis.gov/index.html>. 2008
- CHAPMAN, FM. 1927. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea. <http://www.itis.gov/index.html>. 2008
- CLARAMUNT, S. 2002. Variación geográfica en *Cranioleuca pirrhophia* y el límite con *Cranioleuca obsoleta* (Furnaridae). *Ornitología Neotropical* N° 13: 255 – 266.

CLARIDGE M.F., DAWAH & WILSON. 1997. Species: The Units of Biodiversity. London, England, UK.p.439.

COATES, A.G., OBANDO, J.A., 1996. The geologic evolution of the Central American isthmus. In: Jackson, J.B.C., Budd, A.F., Coates, A.G. (Eds.), Evolution and Environment in Tropical America. University of Chicago Press, Chicago, p. 21–56.

COMITÉ ORNITOLÓGICO SURAMERICANO SACC, disponible en <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>. 2011

COYNE, J.A. 2004. Speciation. Sinauer Associates, Inc. Sunderland MA, Printed in USA.p.512.

CORPONARIÑO, CORPOAMAZONÍA, WWF, ADC, 2002. Plan de Manejo del Corredor Andino Amazónico Páramo de Bordoncillo – Cerro de Patascoy – La Cocha, como ecorregión estratégica para los departamentos de Nariño y Putumayo.p.85-91

CORPONARIÑO – GAICA. 2009. Diagnostico biótico Reserva Natural El Azufral.p.13-42

CRACRAFT, J. 1989. Speciation and its ontology the empirical consequences of alternative species concepts for understanding patterns a processes of differentiation. Annals of the Missouri Garden. 89: 127-144.

CRACRAFT, J., AND R. O. PRUM. 1988. Patterns and processes of diversification: Speciation and historical congruence in some Neotropical birds. Evolution 42:603-620.

Cracraft, J. 2000. Species concepts in theoretical and applied biology: a systematic debate with consequences. En: CLARAMUNT, S. 2002. Variación geográfica en *Cranioleuca pirrhophia* y el límite con *Cranioleuca obsoleta* (Furnariidae). Ornitología Neotropical N° 13: 255 – 266.

CURRY, R. 2005. Hybridization in chickadees much to learn from familiar birds. Rev. The Auk. © The American Ornithologists Union. 747 – 755.

CURSON, J., D. QUINN. , D. BEADLE. 1994. Warblers of the Americas: an identification guide. Houghton Mifflin, Boston, MA. P. 245

DE QUEIROZ KEVIN. 2005. A unifiend concept of species and its consequences for the future of taxonomy. Rev. Proceeding of the California academy of sciences. Vol 56 suplem. I. N° 18, 196 -215.

DONEGAN THOMAS & AVENDAÑO JE. 2009. A new subspecies of mountain tanager in the *Anisognathus lacrymosus* complex from the Yariquíes Mountains of Colombia. Ornitología. P.45-58

ENDLERJ, A. 1982. Problems indistinguishing historical from ecological factors in biogeography. American Zoologist 22:441-452.

FITZPATRICK, J. W., & D.F. STOTZ. 1997. A new Species Of Tyrannulet (Phylloscartes) from the Andean foothills of Peru and Bolivia. Pp. 37-44 En "Studies In Neotropical Ornithology Honoring Ted Parker" (Remsen, J. V., Jr., Ed.). Ornithological Monographs No. 48

FLOYD, HAYES. 2001. Variación geográfica, la hibridación y la modalidad de salto en la evolución del complejo Suirirí (*Suiriri suiriri*). The Auk 36. p.52-56

FREEMAN, S., AND W. M. JACKSON. 1990. Univariate metrics are not adequate to measure body size. Auk 107:69-74.

GAICAves 2009. Base de Datos Grupo para Investigación y Conservación de las Aves.

GAVRILETS, S. 2003. Perspective: models of speciation: what have we learned in 40 years? Evolution 57: 2197.

GÓMEZ, C & G, KATTAN. 2008. Regiones Biodiversas, herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas. El Bando Creativo, Santiago de Cali, Colombia.p.71

GRANT PR & GRANT BR. 1992. Hybridization of bird species. Science. 256: 193-197

GRAVES, G. 1985. Elevational correlates of speciation and intraspecific geographic variation in plumage in Andean Forest Birds. The Auk 102: 556-579.

GRAVES, G. 1997. Colorimetric and morphometric gradients in Colombian populations of Dusky Antbirds (*Cercomacra tyrannina*), with a description of a new species, *Cercomacra parkeri*. STUDIES IN NEOTROPICAL ORNITHOLOGY HONORING TED PARKER.p.55

GREENEY H., MARTIN P., DOBBS R.,GELIS R., BUCKER A., MONTAG H. 2008. Nesting ecology of the spectacled whitestart in Ecuador. Ornithology Neotropical 19: 335-344.

GUTIERREZ CARDENAS, PAUL. 2007. Zoología de vertebrados: Unidad 2 Evolución, sistemática y taxonomía zoológica. Especie: conceptos generales, pp. 26-30.

HARTL, D. L. & A.G. CLARK. 1997. "Principles of Population Genetics". 3th edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers.p.65-69

HERNÁNDEZ 1992. La Diversidad Biológica de Iberoamérica En: HALFFTER G.1992. Ver. México. Acta Zoológica Mexicana (n.s).p.50

HELLMAYR.1935. Comité Ornitológico Suramericano SACC, disponible en <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>. 2011.

HILL, G. E. 1993. Geographic variation in the carotenoid plumage pigmentation of male house finches (*Carpodacus mexicanus*). Biol. J. Linn. Soc. 49:63-86.

HILTY, S. & BROWN. 2001. W. Guía de las aves de Colombia. Princeton, United States of America: Princeton University Press. 1032 p.

HICKMAN, C.P., JR., ROBERTS, L.S., LARSON, A. & I'ANSON, H. 2004. Integrated Principles of Zoology. McGraw Hill, NewYork. 872 pp.

IGAC. 2009. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Sistema de Información Geográfica para la planeación y ordenamiento territorial.p.33

ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea.
<http://www.itis.gov/index.html>. 2008

JAMES, F. C. 1970. Geographic size variation in birds and its relationship to climate. Ecology, 51: 365-390.

JOHNSON, N. K., REMSER JR & C. CICERO. 1999. Resolution of the debate over species concepts in ornithology: a new comprehensive biologic species concept. P. 1470-1482.

KAUP. 1852. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea.
<http://www.itis.gov/index.html>. 2008

KRABBE, N. & SCHULENBERG, T. 1997. Species limits and natural history of *Scytalopus tapaculos* (Rhinocryptidae), with descriptions of the Ecuador. Including three new specie. STUDIES IN NEOTROPICAL ORNITHOLOGY HONORING TED PARKER.p.29

KROODSMA D.,1996.Ecology of Passerine Song Development. Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York. P. 586.

LEMA A. 2003. Elementos de estadística multivariada. Medellín: Silvano Ltda. 428p.

LOVETTE. I., & BERMINGHAM. 2002. What is a wood-warbler? A molecular characterization of a monophyletic Parulidae. Auk 119: 695–714.

LOVETTE, I., PEREZ-EMAN, J., SULLIVAN, J., BANKS, R., FIORENTINO, I., CORDOBA.S., 2010. A comprehensive multilocus phylogeny for the wood-warblers and a revised classification of the Parulidae (Aves) Auk 122:231-250

NAVAS-BERDUGO, ÁNGELA PATRICIA. 2008. Filogeografía y patrones de variación de genética y morfológica en *Diglossa albilatera* (Aves: Thraupidae): Probando la influencia del aislamiento y de la evolución adaptativa en la diferenciación poblacional. 53 p.

MANSOUR. A & NIJMAN. V. 2007. Avian hybrids: incidence and geographic distribution of hybridization in bird. Contributions to Zoology, 76 (1) 59-61.

MAYR, E. 1963. Animal species and evolution. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. Tomado de CADENA, C.D. 2003. "Taxonomy of *Cisthorus apolinari*, species concepts and conservation of threatened birds of Colombia". Rev. Ornitología Colombiana N°1: 71-75.

MAYR, E. 1982. The Growth of Biological Thought, Diversity, Evolution and Inheritance. Belknap Press, Massachusetts, USA. 974 pp. Tomado de DE QUEIROZ KEVIN. 2005. A unified concept of species and its consequences for the future of taxonomy. Rev. Proceedings of the California academy of sciences. Vol 56 suplement. I. N°: 18, PP 196 - 215.

McCARTHY, E. 2006. The Handbook of avian hybrid of the world. Oxford University Press. USA. p.94

MUMME R., GALATOWITSCH M, JABLONSKI P, STAWARCZYK T., CYGAN J. 2006. Evolutionary significance of geographic variation in plumage-based foraging adaptation: an experimental test the slate-throated redstart (*Myioborus miniatus*). Evolution, 60(5), pp. 1086–1097.

PÉREZ- EMÁN, J.L. 2005. Molecular phylogenetics and biogeography of the Neotropical Redstarts (*Myioborus*; Aves, Parulinae). Rev. Molecular Phylogenetics and Evolution N: 37 511–528.

RALPH C., GEUPEL G., PYLE P., MARTIN E., DESANTE, D & MILÁ, B. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

REMSER J. V. JR. 1984. High incidence the leapfrog pattern of geographic Variation in Andean Birds: Implications for the Speciation Process. SCIENCE. Vol. 224, pp 171-173.

REMSEN ET AL.. Comité Ornitológico Suramericano SACC, disponible en <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html> . 2011

RIDGELY R.S, TUDOR. Tomado de "A classification of the bird species of South America". SACC South American Classification Committee. 2008. Disponible en línea www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html . 2005

ROULIN A. 2003. Geographic variation in sexual dimorphism in the barn owl *Tyto alba*: a role for direct selection or genetic correlation. Avian Biol. 34:251–258.

SALVIN. 1878. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea. SCHAUENSEE M. 1946. Tomado de a classification of the bird species of South America. South American Classification Committee. Disponible en línea www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html . 2008.

SCHAUENSEE M. 1964. The birds of Colombia, and adjacent áreas of South and Central America. Livingston Publishing Company. Narberth, Pennsylvania. P.110

SIBLEY, C. G., AND L. L. SHORT, JR. 1964. Hybridization in the orioles of the Great Plains. *Condor* 66: 130-150

SIBLEY & MONROE. 1990. A classification of the bird species of South America. SACC American Classification Committee.com.. Disponible en línea www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html. 2008

STEARNS, SC. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. *Bioscience* 39: 436-445.

STILES, F.G. 2004. El Espiguero de Tumaco (*Sporophila insulata*, Emberizidae): ¿Una especie que nunca la era? – *ORNITOLOGIA NEOTROPICAL* 15: 17–30.

STREWE, RALPH & KREFT STEFAN. 1999. First records of masked mountain-tanager (*Buthraupis wetmorei*) and black-backed bushtanager (*Urothraupis stolzmanni*) (*thraupinae*) for Nariño, southwestern Colombia. *ORNITOLOGIA NEOTROPICAL* 10: 111–113.

THERON E., HAWKINS K., BERMINGHAM E., RICKLEFS, R.E & MUNDY, N. T. 2001. The molecular basis of an avian plumage polymorphism in the wild: a melanocortin receptor point mutation is perfectly associated with the melanic plumage morph of the bananaquit, *Coereba flaveola*. *Curr.Biol.*11, 550-557.

TRAYLOR M. JR. 1988. Geographic Variation and Evolution in South American *Cistothorus platensis* (Aves: Troglodytidae). *FIELDIANA Zoology*. New series N° 48.

TSCHUDI. F. 1844. ITIS – Integrated Taxonomic Information System. Disponible en línea. 2011

VARGAS. K, CADENA C, PARRA J. 2007. Determinación del estado taxonómico del Cucarachero de Nicéforo *Thryothorus nicefori* (Aves: Troglodytidae) mediante métodos morfológicos y genéticos. (Universidad de los Andes). *Rev. Ornitología Colombiana* 2007.p. 24-32

VILLARREAL H., ALVAREZ S., CORDOBA F., ESCOBAR F., GAST H. MENDOZA, M. OSPINA & A.M UMAÑA. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de diversidad. Instituto de investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.p.38-55

ZIMMER. T. 1949. A classification of the bird species of South America. SACC American Classification Committee.com. 2008. Disponible en línea www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html. 2011.

ZINK, R. M., AND J. V. REMSEN, R. 1986. Evolutionary processes and patterns of geographic variation in birds. *Current Ornithology* 4:1-69.

ANEXO A.

Tabla General de medidas morfológicas (acción de repetibilidad). *M. melanocephalus* y *M. ornatus* del Suroccidente Colombiano (Esta investigación 2012)

N o.	LOCALIDAD / POBLACIÓN	No. DE CATALOGO	ESPECIE	SEXO	ALTURA m	LAT NORTE	LONG W	CABEZA - PICO	CULM EN EX	CULM EN TO	COMISURA	ALTO NARI NA	LARGO NAR	ALA	COLA	TARSO	PESO	LONG.T OTAL
1	La Cocha PASTO	MHN-ICN-5357	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2800	1,083330035	77,15000153	26,16	9,5	12,53	5,65	2,45	8,14	60,02	65,11	18,92	Sin datos	117,6
2	La Cocha PASTO	MHN-ICN-5358	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2800	1,083330035	77,15000153	26,84	9,48	12,48	6,45	1,98	7,62	63,86	64,90	20,76	Sin datos	119,99
3	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0518	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	26,42	9,61	11,37	6,16	2,14	7,16	66,84	64,73	17,94	13	108,11
4	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0624	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	H	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	24,32	10,06	13,08	6,28	1,9	8,74	66,08	64,85	18,05	11,5	117,15
5	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0623	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	JH	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	26,65	10,06	13,03	6,14	2,03	7,24	65,23	68,04	20,31	11,5	113,25
6	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0620	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	H	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	26,28	10,06	10,67	5,72	1,98	7,42	63,8	65,04	18,45	11	109,12
7	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0626	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	25,22	10,06	12,12	6,17	1,94	7,56	65,88	65,63	19,36	11	108,08
8	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0621	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	JM	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	25,86	10,06	12,56	5,79	1,98	7,77	63,27	65,99	19,39	11	109,26
9	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ 0564	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	JM	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	26,16	10,06	12,71	5,7	2,01	6,67	60,96	65,3	18,52	11	107,45
10	La Cocha El Vicundo PASTO	PSO-CZ sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	J indet	2852	1°06' 04,90"	77°07' 08,30"	25,74	10,06	13,34	6,1	2,55	8,42	62,82	69,54	19,76	11	106,74
11	La Cocha Encanto Andino PASTO	PSO-CZ 0192	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2810	01°04' 50,8"	77°07' 32,6"	26,06	10,06	12,7	5,86	2,29	7,59	66,74	67,5	18,29	11,5	120,43
12	La Cocha Encanto Andino PASTO	PSO-CZ 0627	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	H	2810	01°04' 50,8"	77°07' 32,6"	25,49	10,06	11,41	6,0 5	2,14	7,13	62,38	65,59	17,64	11	112,7
13	La Cocha Encanto Andino PASTO	Captura sin colecta	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2810	01°04' 50,8"	77°07' 32,6"	26,04	10,06	12,33	6,5	2,11	8,66	64,9	66,24	18,14	11,5	111,38
14	La Cocha Encanto Andino PASTO	Captura sin colecta	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	H	2810	01°04' 50,8"	77°07' 32,6"	25,78	10,06	11,69	5,9 4	1,97	8,13	64,12	65,49	18,23	11,5	108,56
15	La Cocha Las Pavas PASTO	Captura sin colecta	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2796	01°07' 11,4"	77°10' 41,5"	26,33	10,06	12,51	6,83	2,26	8,69	65,04	67,1	18,65	11,5	109,44

16	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29255	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2700	0,583329976	77,16667175	28,45	9,33	12,61	6,49	2,21	8,31	68,15	68,04	20,41	Sin datos	127,69
17	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29258	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2700	0,583329976	77,16667175	25,23	9,47	12,98	6,15	2,32	7,67	63,76	63,72	18,84	Sin datos	125,64
18	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29305	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2700	0,583329976	77,16667175	27,78	9,27	13,10	5,82	2,51	8,10	66,28	68,31	18,20	Sin datos	128
19	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29306	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2700	0,583329976	77,16667175	26,14	9,55	13,36	5,59	2,21	7,61	63,37	63,58	21,91	Sin datos	128,23
20	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29309	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2700	0,583329976	77,16667175	25,52	9,60	12,43	5,45	2,39	7,73	62,53	63,97	19,10	Sin datos	127,54
21	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29310	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2700	0,583329976	77,16667175	26,15	9,45	13,11	5,62	2,75	7,67	63,22	63,62	20,24	Sin datos	128,34
22	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-29312	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2700	0,583329976	77,16667175	25,21	9,65	11,96	5,53	2,46	7,71	67,31	68,42	20,06	Sin datos	129,72
23	La Victoria IPIALES	MHN-ICN-30093	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2800	0,583329976	77,16667175	27,10	9,40	12,81	5,78	2,05	8,56	61,55	61,86	21,31	Sin datos	126,38
24	La Victoria IPIALES	MHN-UC A02227	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2900	0,583329976	77,16667175	25,39	9,87	12,08	6,11	2,86	7,93	65,32	67,45	20,06	Sin datos	128,72
25	La Victoria IPIALES	MHN-UC A02228	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2900	0,583329976	77,16667175	27,22	9,65	12,33	6,28	2,57	8,05	67,12	67,26	20,11	Sin datos	126,4
26	La Victoria IPIALES	MHN-UC A02229	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	2900	0,583329976	77,16667175	26,28	9,21	13,78	5,59	2,32	7,46	63,26	63,23	20,51	Sin datos	128,55
27	La Victoria IPIALES	MHN-UC A02231	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2800	0,583329976	77,16667175	27,55	9,43	13,52	5,82	2,51	8,10	66,28	68,31	18,20	Sin datos	128
28	La Victoria IPIALES	MHN-UN-2951	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2800	0,583329976	77,16667175	26,15	9,55	12,41	6,2	2,39	8,14	66,17	67,56	21,24	Sin datos	127,35
29	La Victoria IPIALES	MHN-UN-2914	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	2800	0,583329976	77,16667175	25,22	9,26	11,79	5,98	2,18	7,88	65,53	66,4	20,39	Sin datos	126,87
30	Galeras-CONSACÁ	MHN-ICN 33712	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3350	1,216670036	77,3666687	26,9	10,3	13,6	6,31	2,66	8,64	65,7	66,63	20,71	10,1	127,97
31	Galeras-CONSACÁ	MHN-ICN 33715	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3350	1,216670036	77,3666687	27,66	10,47	13,22	6,64	2,47	8,19	66,35	66,6	19,17	10,05	126,23
32	Galeras-CONSACÁ	MHN-ICN 33809	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3300	1,216670036	77,3666687	26,9	10,72	14,18	6,46	2,61	8,77	67,97	70,71	21,67	13,4	135,82
33	TUQUERRÉS	MHN-ICN 33356	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3500	1,083330035	77,6166687	27,33	9,62	13,12	6,19	2,71	8,77	71,41	68,66	21,21	Sin datos	135,52

34	Azufra SAPUYES	PSO-CZ sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3300	1° 3' 58.4"	77° 41'46.6"	27,02	10	12,9	6,64	2,8	8,28	68,4	65,87	20,41	11,5	125,11
35	Azufra SAPUYES	PSO-CZ sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	M	3300	1° 3' 58.4"	77° 41'46.6"	28,28	10,21	13,79	6,79	2,85	8,88	70,67	69,79	23,35	12	129,48
36	Azufra SAPUYES	PSO-CZ sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	3300	1° 3' 58.4"	77° 41'46.6"	27,21	9,9	12,88	6,49	2,92	8,26	67,61	67,17	21,07	11	126,21
37	Chiles - CUMBAL	PSO-CZ 0139	<i>Myioborus melanocephalus ruficoronatus</i>	H	3200	0°56' 02,19"	77°55' 17,39"	27,17	8,925	12,38	6,61	2,65	8,5	65,99	67,7	19,7	Sin datos	126,85

38	Alto de Daza-PASTO	PSO-CZ 0625	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2950	01°16'25,2"	77°15'5,8"	25,77	9,26	10,91	5,52	2,15	7,36	64,93	65,31	18,89	11,5	114,84
39	Alto de Daza-PASTO	PSO-sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	M	2950	01°16'25,2"	77°15'5,8"	24,32	9,06	10,08	5,28	1,9	7,74	65,08	64,85	18,05	11	116,15
40	Alto de Daza-PASTO	PSO-sin asignar	<i>Myioborus melanocephalus x ornatus</i>	H	2950	01°16'25,2"	77°15'5,8"	24,9	9,34	11	5,88	2,07	8,1	65,54	65,2	19,44	11	116,31

41	EL TAMBO - CAUCA	MHN-ICN 29057	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2400	2°06'44,77"	76°55'53,21"	25,86	8,51	11,21	6,08	1,87	7,64	64,33	60,79	20,36	Sin datos	117,34
42	EL TAMBO - CAUCA	MHN-ICN 29142	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2400	2°06'44,77"	76°55'53,21"	25,49	9,62	11,14	6,04	2,21	7,95	65,09	64,58	19,19	10,3	118,90
43	EL TAMBO - CAUCA	MHN-ICN 29406	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2400	2°06'44,77"	76°55'53,21"	26,11	10,58	12,26	5,85	2,39	7,63	66,32	65,63	20,55	10,1	122,64
44	EL TAMBO - CAUCA	MHN-UC A02235	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2500	2°06'44,77"	76°55'53,21"	25,9	10,47	12,11	5,66	2,51	7,65	66,28	65,32	20,60	Sin datos	121,5
45	EL TAMBO - CAUCA	MHN-ICN 29407	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2400	2°06'44,77"	76°55'53,21"	25,87	10,14	12,28	6,06	2,64	7,35	62,89	61,92	18,86	Sin datos	123,80
46	MUNCHIQUE - CAUCA	MHN-UC A02237	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2500	2°23'14,19"	76°56'16,94"	26,17	10,12	11,86	6,2	2,36	8,05	65,54	63,6	19,25	Sin datos	122,9
47	MUNCHIQUE - CAUCA	MHN-UC A02234	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2500	2°23'14,19"	76°56'16,94"	26,13	10,02	11,78	5,97	2,33	8,03	65,6	63,6	18,8	Sin datos	121
48	MUNCHIQUE - CAUCA	MHN-UC A02239	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2500	2°23'14,19"	76°56'16,94"	24,48	9,77	11,3	6,15	2,18	7,9	65,32	64,44	19,2	Sin datos	119,76
49	MUNCHIQUE - CAUCA	MHN-UC A02240	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2500	2°23'14,19"	76°56'16,94"	24,88	8,13	9,22	4,71	1,69	7,57	60,63	58,52	18,4	Sin datos	122
50	MUNCHIQUE - CAUCA	MHN-UC A02233	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2500	2°23'14,19"	76°56'16,94"	24,94	9,78	11,55	5,93	1,94	7,82	64,23	62,47	20,31	Sin datos	120,32

51	Farallones - VALLE DEL CAUCA	MHN-ICN 25841	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2600	3°14'44,68"	76°39'12,62"	25,14	10,40	12,77	5,60	2,14	8,07	63,02	62,48	21,65	Sin datos	126,86
52	Farallones - VALLE DEL CAUCA	MHN-ICN 25943	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2600	3°14'44,68"	76°39'12,62"	25,2	10,08	11,88	5,61	2,08	8,28	63,27	61,49	21,68	Sin datos	125,43

53	Farallones - VALLE DEL CAUCA	MHN-ICN 26010	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2600	3°14'44.68"	76°39'12.62"	24.04	8.28	9.44	4.43	1.53	7.91	60.43	58.68	19.41	Sin datos	121.86
54	Farallones - VALLE DEL CAUCA	MHN-ICN 26011	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2600	3°14'44.68"	76°39'12.62"	25.45	9.55	10.63	5.8	2.36	7.83	64.77	62.91	19.56	Sin datos	122.13
55	Farallones - VALLE DEL CAUCA	MHN-ICN 26012	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2600	3°14'44.68"	76°39'12.62"	26.22	9.22	12.67	6.31	2.22	7.64	65.82	66.39	23.14	Sin datos	125.59

56	Paéz - CAUCA	MHN-ICN 5360	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2800	2°42'50,70"	76°06'07,73"	25,84	10,15	11,85	5,58	1,97	7,65	61,64	59,46	21,05	Sin datos	123,34
57	Paéz - CAUCA	MHN-ICN 26161	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2800	2°42'50,70"	76°06'07,73"	26,04	9,46	12,06	5,59	2,37	7,96	63,65	61,47	22,26	Sin datos	125,09
58	Paéz - CAUCA	MHN-ICN 26225	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	H	2800	2°42'50,70"	76°06'07,73"	25,14	11,40	12,77	5,60	2,14	8,07	63,02	62,48	21,65	Sin datos	125,86
59	Paéz - CAUCA	MHN-ICN 26245	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2800	2°42'50,70"	76°06'07,73"	25,67	10,19	11,56	6,1	2,14	8,08	64,2	63,31	19,87	Sin datos	125,27
60	Paéz - CAUCA	MHN-UC A02238	<i>Myioborus ornatus chrysops</i>	M	2500	2°42'50,70"	76°06'07,73"	25,8	9,4	12,08	5,63	2,28	7,93	63,41	61,54	22,13	Sin datos	123,09

ANEXO B

Medidas (en mm) de los parámetros de la morfología externa *M. melanocephalus ruficoronatus*, tamaño de las muestras, medias, desviaciones estándar y rangos, resultados U. de Mann Whitney (F, P)
(Esta investigación 2012)

Parámetro	Galeras	Tuquerres - Cumbal	F, P
N	6	7	
Culmen expuesto	10,49 ± 0,22 (10,3 - 10,72)	9,73 ± 0,49 (8,93 - 10,21)	P=0,036
Culmen total	13,66 ± 0,48 (13,22 - 14,18)	13,01 ± 0,51 (12,38 - 13,79)	P=0,136
Comisura	6,47 ± 0,16 (6,31 - 6,64)	6,54 ± 0,22 (6,19 - 6,79)	P=0,6528
Alto narina	2,58 ± 0,09 (2,47 - 2,66)	2,78 ± 0,10 (2,65 - 2,92)	P=0,073
Largo narina	8,53 ± 0,30 (8,19 - 8,77)	8,537 ± 0,28 (8,255 - 8,88)	P=0,88
Ala	67,49 ± 1,16 (65,7 - 67,97)	68,81 ± 2,22 (65,99 - 71,41)	P= 0,233
Cola	67,98 ± 2,36 (66,6 - 70,71)	67,83 ± 1,48 (65,87 - 69,79)	P=1.0
Tarso	20,51 ± 1,26 (19,17 - 21,67)	21,22 ± 1,51 (19,17 - 23,35)	P=0,64
Longitud total	128,632 ± 4,17 (125,1 - 135,52)	130,00 ± 5,10 (126,23 - 135,82)	P=0,55
Cabeza – pico	27,15 ± 0,22 (26,9 - 27,66)	27,40 ± 0,22 (27,02 - 28,28)	P= 0,36

ANEXO C

Medidas (en mm) de los parámetros de la morfología externa de *M. ornatus chrysops*, tamaño de las muestras, medias, desviaciones estándar y rangos, resultados Kruskal Wallis, con prueba a posteriori test bonferroni. (T=Tambo, F=Farallones y P=Páez), las líneas conectan los promedios que no difieren significativamente.

(Esta investigación 2012)

Parámetro	Tambo	Farallones	Páez	F, P	Bonferroni
N	10	5	5		
Cabeza – pico	25,58 ± 0,60 (24,48 - 26,17)	25,21 ± 0,78 (24,04 - 26,22)	25,69 ± 0,33 (25,14 - 26,04)	P= 0,62	<u>TFP</u>
Culmen expuesto	9,71 ± 0,79 (8,13 - 10,58)	9,05 ± 0,82 (8,28 - 10,40)	10,12 ± 0,80 (9,40 - 11,40)	P=0,56	<u>TFP</u>
Culmen total	11,47 ± 0,89 (9,22 - 12,28)	11,47 ± 1,42 (9,44 - 12,77)	12,06 ± 0,44 (11,56 - 12,77)	P=0,49	<u>PFT</u>
Comisura	5,86 ± 0,43 (4,71 - 6,20)	5,55 ± 0,68 (4,43 - 6,31)	5,70 ± 0,22 (5,58 - 6,1)	P=0,18	<u>PFT</u>
Alto narina	2,12 ± 0,29 (1,69 - 2,64)	2,06 ± 0,31 (1,53 - 2,36)	2,18 ± 0,15 (1,97 - 2,37)	P=0,61	<u>TPF</u>
Largo narina	7,75 ± 0,22 (7,35 - 8,05)	7,94 ± 0,24 (7,64 - 8,28)	7,93 ± 0,17 (7,65 - 8,08)	P=0,13	<u>PFT</u>
Largo ala	64,62 ± 1,74 (60,63 - 63,62)	63,46 ± 2,04 (60,43 - 65,82)	63,18 ± 0,96 (61,64 - 64,2)	P= 0,14	<u>PFT</u>
Cola	63,08 ± 2,20 (58,52 - 65,63)	62,39 ± 2,77 (58,62 - 66,39)	61,65 ± 1,43 (59,46 - 63,31)	P=0,39	<u>TPF</u>
Tarso	19,52 ± 0,81 (18,4 - 20,06)	21,08 ± 1,58 (19,41 - 23,14)	21,39 ± 0,97 (19,87 - 22,26)	P=0,01	<u>TF P</u>
Longitud total	121,01 ± 1,97 (117,34 - 123,8)	124,37 ± 2,24 (121,86-126,86)	124,53 ± 1,23 (123,09-125,86)	P=0,008	<u>TF P</u>